



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**

JOSÉ VAGNER SILVA

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA EM BASES

AGROECOLÓGICAS, NO SEMIÁRIDO CEARENSE.

FORTALEZA

2010

JOSÉ VAGNER SILVA

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA EM BASES
AGROECOLÓGICAS, NO SEMIÁRIDO CEARENSE.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Fitotecnia

Orientador: Prof. Dr. Teógenes Senna de Oliveira

FORTALEZA

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S58s Silva, José Vagner.
Sustentabilidade de sistemas de produção agrícola em bases agroecológicas, no semiárido cearense / José Vagner Silva. – 2010.
91 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2010.

Orientação: Prof. Dr. Teógenes Senna de Oliveira.

1. Consórcios agroecológicos. 2. Qualidade do solo. 3. Sustentabilidade. I. Título.

CDD 630

JOSÉ VAGNER SILVA

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA EM BASES
AGROECOLÓGICAS, NO SEMIÁRIDO CEARENSE.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Fitotecnia

Orientador: Prof. Dr. Teógenes Senna de Oliveira

Aprovada em: 26/02/2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Teógenes Senna de Oliveira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. PhD. Ivo Jucksch
Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Prof. PhD. João Bosco Pitombeira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Márcio Cléber de Medeiros Corrêa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ricardo Henrique Silva Santos
Universidade Federal de Viçosa (UFV)

A Deus.

À minha querida mãe.

Às minhas queridas irmãs Deny e Nora e ao
meu querido sobrinho Lucas.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi possível por que pude contar com a amizade, o apoio e a ajuda de muitas pessoas.

Ao Prof. Teógenes Senna de Oliveira pelo apoio e orientação.

A todos os professores que fazem o curso de pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia da UFC, em especial aos professores Márcio Cléber, Ervino Blecher e o Prof. Pitombeira.

Aos Profs. Ivo Jucksch e Ricardo Santos, obrigado por aceitarem participar da banca de minha Tese.

À Universidade Federal do Ceará, aos Departamentos de Fitotecnia e Solos e Nutrição de Plantas e à Coordenação do programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia pela oportunidade que me foi oferecida.

Ao ESPLAR, sobretudo, nas pessoas de Paulo Victor, Ronildo, Sérgio e Pedro Jorge.

À Fundação Cearense de Apoio ao desenvolvimento Científico – Funcap, pela concessão de bolsa.

A todos os funcionários dos Departamentos de solos e Fitotecnia.

Aos agricultores agroecológicos dos municípios de Choró, Massapê, Quixadá e Tauá.

A todos os colegas.

“A natureza é uma doce guia, mas não mais doce do que prudente e justa.”

RESUMO

O cultivo de culturas consorciadas em bases agroecológicas visa associar o aumento da produção, a eficiência no uso da terra, a melhoria da qualidade do solo e a diversificação da oferta de alimentos saudáveis. Entretanto, poucos são os estudos destinados a uma análise dos efeitos desse sistema de cultivo no semi-árido nordestino. Diante do escasso número de informações sobre os efeitos desses sistemas nessa região foram desenvolvidos dois estudos nos municípios de Choró, Massapê, Quixadá e Tauá, localizados no semi-árido cearense. No primeiro estudo se avaliou os efeitos desse sistema sobre as características químicas dos solos. Para isso foram selecionadas áreas de 24 agricultores agroecológicos nos quatro municípios; onde foram coletadas amostras de solo, em três profundidades, 0-5, 5-10 e 10-30cm; em áreas sob os sistemas agroecológicos e sob vegetação natural, vizinhas as áreas cultivadas; os dados das áreas sob vegetação natural foram utilizados como referência para avaliação das características avaliadas. Os atributos químicos analisados foram o pH em água; P disponível; Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} trocáveis; acidez potencial (H^+ Al) e o C orgânico total (COT). Para análise dos dados utilizou-se a estatística descritiva e técnica de estatística multivariada. No segundo estudo, para avaliar o desempenho agrônômico das culturas componentes dos consórcios em bases agroecológicas foram sistematizados 16 (dezesseis) arranjos. Na primeira pesquisa, constatou-se, de modo geral, que, para ambas as condições de uso do solo (consórcio agroecológico e vegetação natural) as diversas propriedades químicas avaliadas apresentaram níveis de médio a muito bom, a exceção da porcentagem de saturação por sódio, no caso muito baixo, o que é também favorável. Nos casos em que houve diferenças significativas, os solos sob consórcio apresentaram, de modo geral, maiores valores para as variáveis K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , P disponível, SB, t e V, comparativamente aos solos sob vegetação natural. Na segunda pesquisa, observou-se que houve diferenças entre os arranjos quanto ao índice de equivalência de área, a produtividade e aos índices de desempenho agrônômico das culturas em consorciação. Dos 16 consórcios estudados, 11 arranjos apresentaram maior índice de equivalência de área, quando comparado aos monocultivos das culturas componentes.

Palavras-chave: Consórcios agroecológicos. Qualidade do solo. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The cultivation of intercropping in agroecological bases aims to link increased production, improved soil quality and diversification of healthy food. However, there are few studies aimed at assessing the effects of the cropping system in semiarid. Given the scarcity of information on the effects of these systems in this region two studies were conducted in Choró, Massapê, Quixadá and Tauá, in semiarid region of Ceará. In first study was evaluated the effects of this system on soil chemical characteristics; we selected 24 farmers in four counties to collect soil at three depths, 0-5, 5-10 and 10-30cm, under intercropping systems and in forested areas adjacent to these areas, which were used as standard for chemical properties evaluated. Were analyzed total soil organic carbon (SOC), pH, available phosphorus (P), Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} and $\text{H}^+ + \text{AL}^{3+}$. For data analysis we used descriptive statistics and multivariate statistical technique. In the second research, to evaluate the agronomic performance of the component cultures of the intercrops agroecological, 16 (sixteen) arrangements were systematized. In the first research, the soils of the areas studied, both cultivation and native vegetation, the chemical properties presented medium to very good levels, except for percentage of sodium saturation. In cases where there were significant differences, the soils under intercrops agroecological presented, in general, higher values for the variables K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , available phosphorus P, base sum, t and base saturation, compared to the soils under natural vegetation. In the second research, it was observed that there were differences between the arrangements to area equivalence index, productivity and the agronomic performance indexes of the intercropping crops. Of the 16 intercropping systems studied, 11 arrangements presented higher area equivalence index when compared to monocultures of the component cultures.

Keywords: Agroecological intercropping. Soil quality. Sustainability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	QUALIDADE DO SOLO EM CONSÓRCIOS AGROECOLÓGICOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	13
3	PRODUÇÃO DE FIBRA E ALIMENTOS EM CONSÓRCIOS AGROECOLÓGICOS.....	41
4	CONCLUSÃO.....	71
	REFERÊNCIAS.....	72
	ANEXO A – MATERIAL SUPLEMENTAR	86

1 INTRODUÇÃO

Apesar dos inegáveis avanços em produtividade, a “agricultura moderna” suscitou uma série de impactos ambientais e sociais negativos: degradação dos ecossistemas naturais; poluição dos recursos naturais, contaminação dos alimentos; concentração de terras e riquezas e intensos fluxos migratórios para os centros urbanos, entre outros.

Foi a partir da visualização da insustentabilidade deste modelo agrícola que começam, na década de 1980, a surgir movimentos para “criar” um modelo agrícola sustentável no âmbito social, econômico e ambiental.

Entende-se que a verdadeira modernização da agricultura exige que o manejo dos recursos naturais e a seleção de tecnologias usadas no processo produtivo sejam resultados de uma nova forma de aproximação e integração entre Ecologia e Agronomia. Os estilos de agricultura deverão ser compatíveis com a heterogeneidade dos agroecossistemas, levando-se em conta os conhecimentos locais, os avanços científicos e a socialização de saberes, além do uso de tecnologias menos agressivas ao ambiente e à saúde das pessoas.

Neste contexto, a agroecologia surge como alternativa para possibilitar essa integração dos princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos, juntando-os com a compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade de forma geral (ALTIERI, 2000). Abrindo as portas para o desenvolvimento de novos modelos de agricultura, valorizando o conhecimento local e empírico dos agricultores e a socialização deste conhecimento e sua aplicação rumo a sustentabilidade.

Nesta perspectiva, merece atenção a experiência de agricultores da região semiárida cearense que, através da organização não governamental ESPLAR, Centro de Pesquisa e Assessoria, vem desenvolvendo um modelo de agricultura visando à sustentabilidade e garantindo a sobrevivência de pequenos produtores por proporcionar menores custos de produção e gerar alimentos em quantidade e qualidade, a partir do cultivo da cultura do algodão em bases agroecológicas, em consórcio com culturas alimentares como o milho, feijão, gergelim, dentre outros produtos. Contudo, a noção de como medir a sustentabilidade de sistemas agrícolas é muito pouco entendida. Segundo Gliessman (2003), a prova desta sustentabilidade estará sempre no futuro. Cabendo no presente demonstrar se a prática está ou não se afastando da sustentabilidade.

Considerando o contexto apresentado, o objetivo do trabalho foi avaliar a sustentabilidade dos consórcios em bases agroecológicas desenvolvidos na região semiárida do Ceará.

2 QUALIDADE DO SOLO EM CONSÓRCIOS AGROECOLÓGICOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.

RESUMO

A deterioração da fertilidade dos solos no semi-árido do Nordeste brasileiro após a remoção da caatinga para substituição por cultivos agrícolas constitui um dos grandes problemas nessa região. Porém, o conhecimento dos efeitos de sistemas de cultivos em bases agroecológicas sobre a qualidade do solo ainda é incipiente na região do semi-árido. Este trabalho teve como objetivo avaliar os atributos químicos de solos sob sistemas de consórcios em bases agroecológicas e sob área de mata nativa na região do semi-árido cearense. Para isso foram selecionadas nos municípios de Choró, Quixadá, Massapê e Tauá, 24 áreas de consórcios agroecológicos para coleta de solo, distribuídas nos quatro municípios estudados. As amostras de solo foram coletadas nas camadas de 0 – 5 cm, 5 – 10 cm e a última de 10 – 30 cm, no período de fevereiro a março de 2007. Para atributos físicos foi feita análise granulométrica na profundidade de 0-30 cm e os atributos químicos analisados foram o Carbono orgânico do solo, pH, P disponível, Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, H+AL, SB, CTC e V. Para análise dos dados utilizou-se a estatística descritiva e técnica de estatística multivariada. Constatou-se, de modo geral, que, para ambas as condições de uso do solo (consórcio agroecológico e vegetação natural) as diversas propriedades químicas avaliadas apresentaram níveis de médio a muito bom, a exceção da porcentagem de saturação por sódio, no caso muito baixo, o que é também favorável. Nos casos em que houve diferenças significativas, os solos sob consórcio apresentaram, de modo geral, maiores valores para as variáveis K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, P disponível, SB, t e V, comparativamente aos solos sob vegetação natural.

Palavras-chave: Atributos químicos. Fertilidade do solo. Agroecologia.

ABSTRACT

The deterioration of soil fertility in semi-arid northeastern Brazil after the removal of the savanna for replacement by agricultural crops is a major problem in this region. However, knowledge of the effects of cropping systems in agro-ecological bases on the soil quality is still incipient in the semi-arid. This study aimed to evaluate the chemical properties of soils under systems intercropping in agroecological bases the in area of native forest in the semi-arid region of Ceará. For that were selected in the counties of Choró, Quixadá, Massapê and Tauá, 24 areas of agro-ecological intercropping to collect soil, distributed in four cities studied. Soil samples were collected in layers of 0 - 5 cm, 5 - 10 cm and the last 10 to 30 cm in the period from february to march 2007. For the physical analysis particle-size was made at a depth of 0-30 cm and the chemical attributes were analyzed: soil organic carbon (SOC), pH, available phosphorus (P), Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , H^+ + AL^{3+} and cationic exchange capacity (CEC). For data analysis we used descriptive statistics and multivariate statistical technique. The soils of the areas studied, both cultivation and native vegetation, the chemical properties presented medium to very good levels, except for percentage of sodium saturation. In cases where there were significant differences, the soils under intercrops agroecological presented, in general, higher values for the variables K^+ , Ca^{++} , Mg^+ , available phosphorus P, base sum, t and base saturation, compared to the soils under natural vegetation

Keywords: Chemical attributes. Soil fertility. Agroecology.

INTRODUÇÃO

A transformação de sistemas naturais em agrícolas representa uma importante causa da deterioração da qualidade dos solos, geralmente associada a ciclos biogeoquímicos e fluxos de energia desequilibrados.

Em ambientes tropicais, os processos ecológicos são muito mais intensos (PRIMAVESI, 2014), pois a conversão agrícola reduz o suprimento de resíduos e promove o aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica, intensificados ainda pelas elevadas temperaturas, típicas desses ambientes. Em conjunto com as perdas ocasionadas nas camadas superficiais do solo por conta da erosão hídrica, o processo de degradação é retroalimentado. Nessas condições, a desorganização do sistema aumenta, resultando novamente em menores produções de biomassa e maiores perdas de nutrientes, água e solo (MONTEIRO, 2012). Comumente, elevadas perdas relativas de nutrientes e a necessidade de grande quantidade de insumos externos e práticas de controle passam a ser necessários nessas situações (ARAÚJO FILHO, 2013).

O semiárido brasileiro possui ainda o agravante de caracterizar-se por precipitações pluviométricas limitadas e também muito irregulares no tempo e no espaço, o que condiciona períodos longos de déficit hídrico. Contudo, os solos ocorrentes nessa região são pouco intemperizados e apresentam, de modo geral, propriedades químicas relativamente adequadas ao desenvolvimento de plantas, dependendo do material de origem. Entretanto, as condições físicas desses solos os tornam bastante susceptíveis aos processos erosivos, potencializando perdas das condições químicas favoráveis adequadas, quando práticas ou sistemas agrícolas conservacionistas não são utilizados. Solos rasos e de estrutura com grau de desenvolvimento fraco a moderado são as principais condições que favorecem a degradação de solos cultivados no semiárido brasileiro. A ação direta das gotas de chuva e a saturação rápida do perfil nesses solos propiciam o arraste de partículas do solo, especialmente aquelas com papel físico-químico efetivo na conservação de nutrientes no sistema solo-planta (argila, principalmente).

Sistemas agroecológicos produzem alimentos saudáveis e geram benefícios sociais e econômicos, tornando-se uma alternativa para vários segmentos agrícolas, especialmente aqueles de base familiar. Os objetivos desses sistemas são desenvolver ambientes equilibrados com produções sustentáveis e que requeiram baixa utilização de insumos externos, promovendo a qualidade do solo por meio de sua dinamização biológica e a diversificação dos agroecossistemas, incluindo estratégias como a consorciação de culturas, entre outras (ALTIERI, 2012).

No mundo, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) incentiva a adoção de sistemas diversificados, geradores de alimentos saudáveis por agricultores familiares, visando diminuir a fome e a degradação dos recursos naturais. No Brasil, as experiências agroecológicas dispersas em diversos ambientes comprovam a viabilidade da incorporação cada vez maior de conceitos ecológicos, destacando-se os trabalhos desenvolvidos no Paraná (ASSIS & ROMEIRO, 2005), no Rio Grande do Sul (FINATTO & SALAMONI, 2008), em Mato Grosso do Sul (PADUA *et al.*, 2013), Rondônia (TUBALDINI *et al.*, 2009) e em alguns estados do Nordeste: Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011) e Ceará (FARIA & PEREIRA, 2012).

O recurso solo nesse contexto é essencial para garantir a continuidade dessas experiências em longo prazo. A avaliação da sua qualidade a partir de indicadores operacionalmente fáceis de serem obtidos e correlacionados diretamente com a produção agrícola devem ser priorizados no monitoramento das condições de solo em programas mais amplos de desenvolvimento rural. Esses indicadores viabilizam a adoção de medidas de maior ou menor intensidade conservadora que irão repercutir diretamente na produção do próximo ano agrícola. O efeito do cultivo tem sido frequentemente avaliado, comparando-se áreas contíguas cultivadas e não cultivadas (áreas de referência) (DETWILLER, 1986; DAVIDSON & ACKERMAN, 1993).

Os atributos químicos do solo refletem de forma mais imediata ao efeito causado pelo manejo que é adotado. Além disso, permitem uma melhor compreensão da dinâmica dos elementos considerados nutrientes para as plantas e organismos do solo. Lourente *et al.* (2011) verificaram que a substituição da vegetação natural por sistemas de cultivo pode causar importantes alterações nos atributos químicos do solo, já no primeiro ano de implantação. Uma alternativa para manter ou melhorar os estoques de MOS, bem como de C, de N e a fertilidade, é a utilização de sistemas de culturas que possam adicionar material orgânico, proporcionando um balanço entre a adição e a retirada ou perda desses elementos por meio dos sistemas de cultivo, pois os estoques de MO em qualquer agroecossistema são obtidos pela interação dos fatores que determinam sua formação e aqueles que promovem sua decomposição (SANTOS, 2008). A adoção de práticas conservacionistas, também tem efeito positivo sobre o teor e a qualidade da matéria orgânica do solo, refletindo direta ou indiretamente sobre as características químicas do solo (FRAZÃO *et al.*, 2008).

Considerando esse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar as características químicas dos solos em propriedades agrícolas familiares no semiárido brasileiro conduzidas a partir de conceitos ecológicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Breve histórico

Iniciativas de produção algodão em bases ecológicas começaram em 1989, no município de Tauá-CE; quando o Esplar - Centro de Pesquisa e Assessoria, uma organização não governamental (ONG), provocada por um agricultor, em meio a uma grave crise, que quase extinguiu essa cultura no Nordeste, tendo como uma das suas causas a chegada do bicudo, iniciou atividades de investigação participativa visando recuperar o cultivo do algodão, uma cultura tradicional no semiárido brasileiro. Essas iniciativas tiveram como referência a adoção de princípios ecológicos em que os consórcios eram uma alternativa pois alia a tradição não só à produção crescente, mas também a segurança alimentar, a estabilidade biológica, equidade (ALTIERI, 2002) e a introdução de práticas de conservação do solo.

Alguns estudos foram desenvolvidos desde então, avaliando diversos desses aspectos, como os realizados em Tauá que estudaram os benefícios dos sistemas ecológicos para a qualidade do solo (OTUTUMI *et al.*, 2004; SOUSA, 2006; LIMA *et al.*, 2007) e o desenvolvido no município de Choró por Aguiar (2008), que realizou estudo sobre indicadores da qualidade física do solo em áreas de cultivo agroecológico.

As atividades iniciadas com agricultores de Tauá expandiram-se para outros municípios do estado do Ceará, sempre com o acompanhamento do Esplar, tais como: Massapê, Santa do Acaraú, Sobral, Forquilha, Canindé, Parambu, Nova Russas, Catunda, Monsenhor Tabosa, Tamboril, Independência, Tauá, Choró, Quixadá e Quixeramobim, envolvendo um número máximo de 354 agricultores e agricultoras e uma produção de 18,19t, em 2009. Esses agricultores atualmente estão organizados em três associações, possuem esquemas de comercialização justos, agregam valores pelo processamento parcial do algodão produzido, possuem certificação orgânica, entrada no mercado internacional etc. A partir de 2005 a Embrapa Algodão começou a praticar esse cultivo do algodão na região do Curimataú paraibano e em 2008 ampliou a área de atuação com a parceria com o Projeto Dom Helder Câmara (SDT/MDA), ampliando a partir de então para os territórios do Cariri-PB, Apodi-RN e Pajeú-PE (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011); passando a discutir e desenvolver consórcios nas mesmas bases ecológicas iniciadas em Tauá.

Localização e caracterização dos municípios da pesquisa

As propriedades familiares agrícolas consideradas nesta pesquisa localizam-se nos municípios de Choró, Quixadá, Massapé e Tauá, todos localizados no estado do Ceará, semiárido brasileiro (Figura 1).

Nos municípios de Choró e Quixadá, o clima é do tipo Aw, enquanto em Massapé e Tauá é BSw'h', segundo Köppen, com temperaturas e precipitação médias anuais de 24,5°C e 900 mm e 28°C e 722 mm, respectivamente. A distribuição pluviométrica histórica da região e a ocorrida no ano agrícola de 2007 são apresentadas na Figura 2. Os dados referem-se as médias mensais históricas disponíveis para dois postos meteorológicos nos municípios de Choró (2001-2006 e 1990-2006) e Massapé (2001-2006 e 1974-2006); quatro postos em Quixadá (1999-2006) e sete postos em Tauá (1974-2006 e 1999-2006).

A vegetação predominante nesses municípios é do tipo caatinga hiperxerófila, estando localizados na Depressão Sertaneja e, geologicamente, sobre rochas do embasamento cristalino. Os solos das áreas A, B, C e D são o LUVISSOLO HÁPLICO Órtico planossólico (Aridic Haplustalf); ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto e ARGISSOLO AMARELO Eutrófico planossólico (Typic Kandiodult); CAMBISSOLO HÁPLICO Ta eutrófico (Oxic Ustropept) e o NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico (Typic Aquisalid); respectivamente. O solo das áreas F e G é o PLANOSSOLO HÁPLICO (Typic Albaqualf). As áreas H e I estão situados sobre uma associação de NEOSSOLO LITÓLICOS Eutrófico (Lithic Ustortent) e PLANOSSOLO HÁPLICO (Typic Albaqualf) e nas áreas J, K e L o solo é o NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico (Lithic Ustortent). Nas áreas M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W e X predominam o NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico (Lithic Ustortent), LUVISSOLO CRÔMICO (Aridic Haplustalf), PLANOSSOLO HÁPLICO (Typic Albaqualf) e o NEOSSOLO FLÚVICO (Typic Aquisalid).

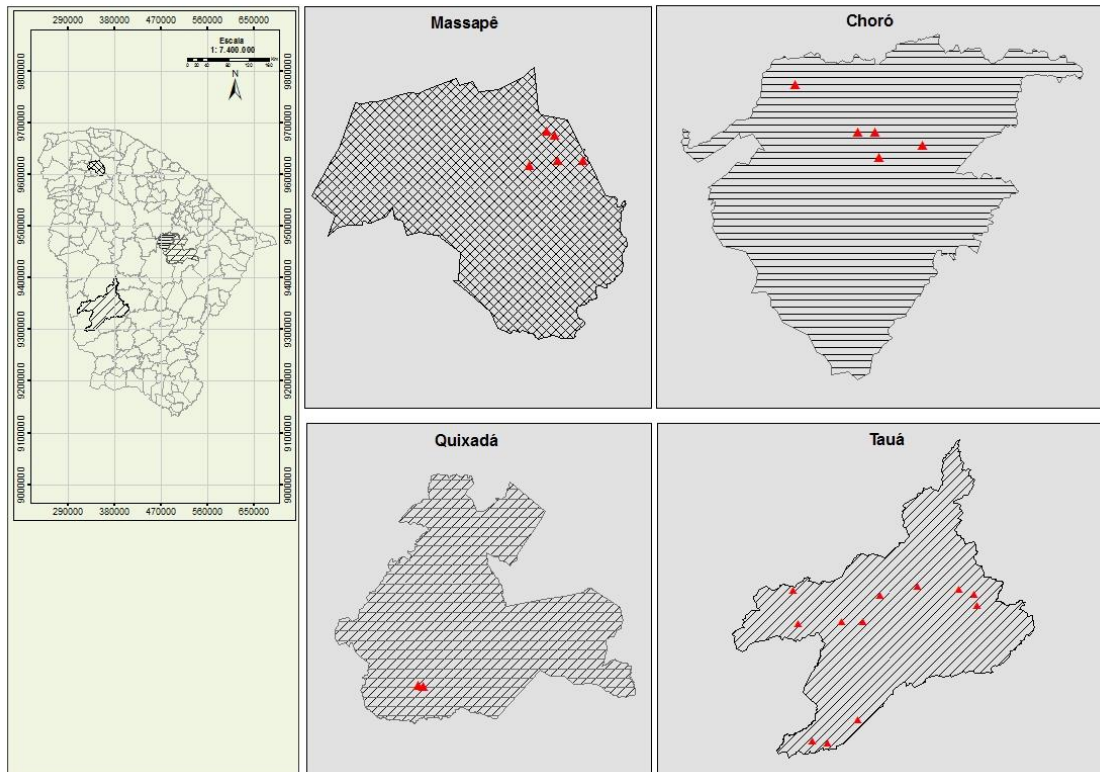


Figura 1. Localização das áreas de estudo.

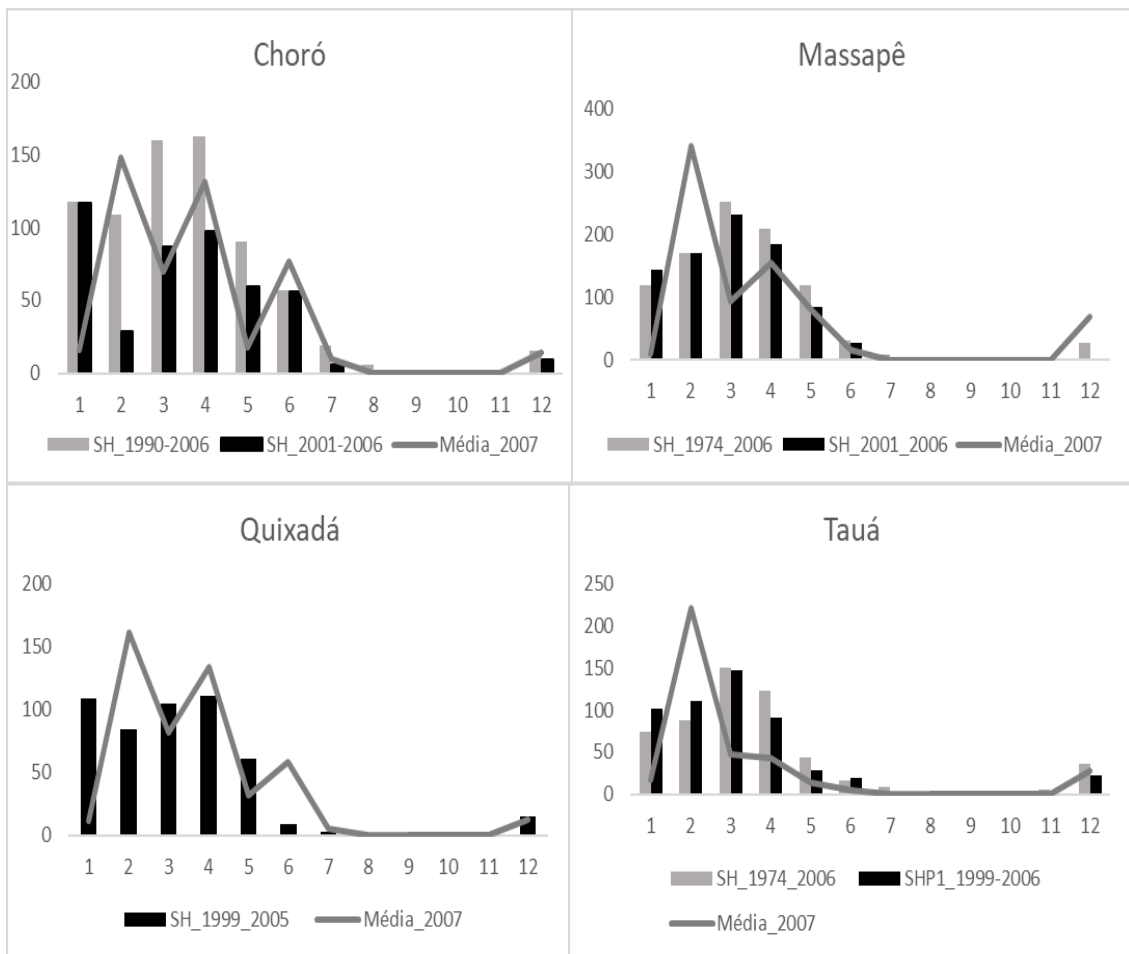


Figura 2. Distribuição pluviométrica histórica (SH) e ocorrida no ano agrícola de 2007 nos municípios estudados. FUNCEME.

Seleção das áreas experimentais

Um total de vinte e quatro propriedades familiares foram selecionados nesses municípios (Choró, Massapê, Quixadá e Tauá), todas assistidas pelo ESPLAR, organização não governamental, sem fins lucrativos, fundada no ano de 1974 que atua em municípios do semiárido cearense, desenvolvendo atividades voltadas para a agroecologia e o serviço da agricultura familiar, entre outras o fortalecimento das organizações de trabalhadores e trabalhadoras rurais, o desenvolvimento de sistemas agroecológicos e o processamento e comercialização da produção agrícola na perspectiva da sócio-economia solidária (<http://esplar.com.br/o-esplar/quem-somos#.WQaSqVPyE4>).

A escolha das propriedades considerou o tempo de implantação dos consórcios agroecológicos, de no mínimo três anos e o caráter compromissado dos agricultores familiares com a adoção de práticas estabelecidas participativamente pelo grupo de agricultores assistidos pelo Esplar. A localização, tempo de adoção da proposta agroecológica e o histórico e usos das áreas selecionadas encontram-se na Tabela 1.

Em cada propriedade foram selecionadas áreas de cultivo com consórcios envolvendo as culturas do algodão, milho, feijão e gergelim, em diferentes arranjos. Nessas áreas são realizados o preparo do solo, o plantio em nível, o enleiramento de restos culturais e a construção de cordões de pedra permanente em nível, capinas seletivas. A adubação consiste da aplicação de biofertilizantes à base de esterco fresco, rapadura, água e outros componentes de origem animal (sangue + vísceras de animais domésticos), vegetal (folhas e ramos de plantas nativas trituradas e maceradas) e mineral (cinzas), fermentados durante 45 dias e aplicados nas fases vegetativa e reprodutiva das culturas, numa proporção de 1L de solução para cada 10L de água. Esses produtos são aplicados, na forma de suspensão, com pulverizadores costais, a intervalos de uma a duas semanas. São utilizadas ainda técnicas de controle de pragas e doenças como catação e destruição dos botões florais e maçãs de algodão atacados pelo bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman), o uso de cultura armadilha - também denominado por "planta-isca" baseia-se no plantio (antecipado ou não) de uma espécie mais atrativa (gergelim- *Sesamum indicum* L.) para as pragas (mosca branca e pulgão) do algodoeiro. Esta espécie hospedeira é plantado nas fileiras marginais do campo, visando estimular a praga em preterir ou retardar a colonização definitiva no algodoeiro e estas pragas seriam controladas com produtos naturais; instalação de Tubo Mata Bicudo (TMB), contendo o feromônio "grandlure", antes da semeadura e após a colheita. São realizadas também aplicações do extrato natural das folhas de nim (*Azadirachta indica*) a 3% (m/v), no controle alternativo da vaquinha (*Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuata*),

presentes no feijão-de-corda, e da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), no milho; e o uso do agente de controle biológico *Trichogramma* spp. (para o controle de curuquerê, lagarta rosada e lagarta-das-maçãs). Adicionalmente foram também selecionadas áreas contíguas às áreas cultivadas, sob vegetação natural de caatinga, em estágio secundário.

As áreas de cultivo foram divididas em quatro subáreas, sendo realizadas as coletas de amostras de solos nas profundidades de 0-5 e 5-10 e 10-30 cm para realização de análises físicas e químicas, no período de fevereiro a março de 2007. Em cada profundidade, foram coletadas cinco subamostras, as quais foram reunidas e formaram uma única amostra composta. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de malha para o procedimento das análises químicas.

Análises físicas e químicas de solos

A análise granulométrica foi feita pela dispersão química com NaOH 0,1 mol.L⁻¹ e física com agitação mecânica por 16 horas, sendo a areia determinada por tamizagem, a argila pelo método da pipeta (Embrapa, 1997) e o silte por diferença nas amostras da camada de 10-30 cm. Os atributos químicos avaliados foram: o pH em água, determinado por potenciometria na relação 1:2,5 para solo:solução; P disponível e K⁺ trocável extraídos com Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) e determinados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis, extraídos com KCl 1,0 mol L⁻¹, sendo os dois primeiros determinados por espectrofotômetro de absorção atômica e, o último, por titulometria; acidez potencial (H+ Al) extraída com CaAc 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 e determinada por titulometria. O C orgânico total (COT) foi também determinado pelo método de Walkley-Black, por via úmida, utilizando o K₂Cr₂O₇ 0,5 N em meio ácido como oxidante e titulado com Fe (NH₄)₂ (SO₄)₂.6H₂O, conforme Yeomans e Bremner (1988). Os resultados obtidos foram utilizados para estimar soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V) e a porcentagem de saturação por sódio (PST). Todos os procedimentos foram realizados conforme EMBRAPA (1997).

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram avaliados inicialmente pela comparação entre médias, de cada variável, obtidas em áreas cultivadas e suas respectivas áreas sob vegetação natural de cada propriedade familiar por meio do teste t, considerando até 5% de probabilidade (Material suplementar).

Posteriormente, comparações pelo mesmo teste t ($p < 0,05$) foram feitas considerando as médias das áreas experimentais das propriedades familiares localizadas nas microrregiões do sertão de Quixeramobim (Choró e Quixadá), sertão de Inhamuns (Tauá) e de Sobral (Massapê).

A análise multivariada por componentes principais (ACP) foi também procedida utilizando os dados oriundos de cada profundidade das 48 áreas. Primeiramente fez-se a análise de componentes principais (ACP) com todas as variáveis de solo estudadas. Os componentes principais foram definidos pela combinação das correlações entre as variáveis, sendo extraídas em ordem decrescente de importância aquelas que mais contribuem para a variação total dos dados (SILVA et al., 2010). Os coeficientes de correlação foram classificados de acordo com Coelho (2005), sendo o critério de classificação dos autovetores (valores que representam o peso de cada caractere, em cada componente variam de -1 a +1): valor absoluto $< 0,30$ - pouco significativo; $0,30-0,40$ - medianamente significativo; e $\geq 0,50$ - altamente significativo. Aquelas variáveis que tiveram autovetores com peso $\geq 0,30$ (medianamente significativo) foram submetidas a uma nova ACP, visando ranquear os componentes com maior carga fatorial (escore). Apenas os dois primeiros componentes principais foram utilizados, por serem considerados suficientes para explicar os dados e facilitarem a interpretação do gráfico em duas dimensões (GOMES *et al.*, 2004).

Nos procedimentos para a realização dessas análises foram utilizadas planilhas eletrônicas Excel e o programa R.

Tabela 1. Localização das propriedades familiares, tempo de adoção e histórico de uso das áreas de consórcios agroecológicos e vegetação natural.

Área	Localidade/ Município	Breve histórico de uso da área de cultivo/vegetação natural
A	Riacho do Meio/Choró - S 4° 43'11", W 39° 10'46"	AC: 1989-1994: corte veg-queima, Alg, Mi e Feij; 1994-1996: pousio; 1997: Alg, Mi e Feij; 1998-2003: pousio; 2003-2007: cons agroec. AVN: 1987-2007: pousio.
B	Riacho do Meio/ Choró - S 4° 43'09", W 39° 11'48"	AC: 1992-1995: corte veg-queima, Mi e Feij; 1996-2002: pousio; 2003-2007: cons agroec. AVN: vegetação natural com raleamento em 1990.
C	Riacho do Meio/Choró - S 4° 44'41", W 39° 10'32"	AC: 19??: corte veg-queima; Até 1960: Alg, Mi e Feij; 1960-1981: pousio; 1982-1996: corte veg-queima, Alg, arroz, Mi e Feij; 1996-2003: pousio; 2003-2007: cons agroec AVN: 1980: corte veg-queima; 1981-1983: Mil e Feij; 1984-2007: pousio.
D	Caiçarina/Choró - S 4° 40'.20", W 39° 15'30"	AC: 1981-1987: corte veg-queima, carnaúba; 1988-1994: destoca-queima, Mi e Feij; 1994-1996: pousio; 1996: Alg, Mi e Feij; 1996-2003: pousio; 2003-2007: cons agroec AVN: 1994-2007: pousio.
E	São João Conquista/Choró S 4° 43'59" W 39° 07'58"	AC: 1954-1958: corte veg-queima, Alg mocó+animais; 1959-1995: pousio; 1996-1998: corte veg-queima, Mi e Feij; 1998-2003: pousio; 2003-2007: cons agroec AVN: 1982-2007: pousio.
F	Independência/Quixadá - S 5°05'47", W39°02'59"	AC: 1987-1994: corte veg-queima, Alg, Mi e Feij; 1995-2003: pousio; 2003-2007: cons agroec AVN: 1987: corte veg-queima; 1987-1997: Alg, Mi e Feij; 1988-2007: pousio.
G	S 5° 05' 45" W 39° 03'34"	AC: 1987-1994: corte veg-queima, Alg, Mi e Feij; 1995-2003: pousio; 2004-2007: cons agroec AVN: 1987-1997: corte veg-queima, Alg, Mi e Feij; 1998-2007: pousio.
H	Morgado/ Massapê - S 3° 26'50", W 40° 17'28"	AC: 1970-1975: corte veg-queima, Mi e Feij; 1975-1983: pousio; 1983-2004: Mil e Feij; 2004-2007: cons agroec AVN: 1977-1979: corte veg-queima e Alg; 1979-2007: pousio.
I	Morgado/ Massapê - S 3° 26'50", W 40° 18'55"	AC: 1971: corte veg-queima; 1982-1988: banana; 1988-1994: pousio; 1994-2003: de Mi e Feij, intercalados por períodos de pousio de 2 anos: 2003-2007: cons agroec; AVN: 1990-2007: pousio.
J	Morro Vermelho /Massapê - S 3° 25'19", W 40° 19'8"	AC: 1980-1994: derrubada-queima, Mi, Feij e mandioca; 1994-2000: pousio; 2004-2007: cons agroec AVN: 1993-2007: pousio.
K	Morro Vermelho/ Massapê - S 3°25'08", W 40°19'36"	AC: 1985-1993: corte veg-queima, Mi e Feij; 1993-2003: pousio; 2003-2007: cons agroec AVN: 1990-2007: pousio.
L	Pé da serra/Massapê - S 3°27'08", W 40°20'36"	AC: 1980-1989: corte veg-queima, pastagem; 1990- 2004: pousio; 2004-2007: cons agroec AVN: 1990-2007: pousio desde 1990.
M	Juá/Tauá - S 6°20'26", W 40° 21'44"	AC: 1982-1992: corte veg-queima, Alg, Mi e Feij; 1993-1999: Alg. herbáceo; 1999- 2002: de Mi e Feij; 2004-2007: cons agroec 2004. AVN: 1982-2007: pousio.
N	Barreiros/Tauá S - 5° 51'58", W 40° 17'39"	AC: 1950-1966: corte veg-queima, Alg, Mi e Feij.; 1966-1982: pousio; 1982-1985: corte veg-queima, Alg, Mi, Feij e fava; 1985-2001: Pousio: 2001-2007: cons agroec AVN: 1983: corte veg-queima e Mi, Feij e fava; 1985-2007: pousio.
O	Tapera/Tauá - S 5°56'47", W 40°24'41"	AC: 1982-1997: corte veg-queima, Alg, Mi e Feij; 1997-2007: cons agroec AVN: 1982-1984: corte veg-queima, Alg, Mi e Feij; 1984-2007: pousio.
P	Baixa/Tauá - S 6° 18'26,4", W40° 29'57"	AC: 1953-1958: corte veg-queima, Alg mocó; 1959-1979: pousio; 1980-1990: corte veg-queima e palma forrageira; 1990-1997: Pousio; 1997-2007: cons agroec AVN: 1997-2007: pousio.
Q	Riacho Fundo/Tauá - S 5° 50'52", W 40° 03'26"	AC: 1971-1997: corte veg-queima, Mi, Feij e mamona, com intervalos de 2 em 2 anos de pousio; 1997-2003: pousio; 2004-2007: cons agroec AVN: 1971-1987: corte veg-queima e de Mi, Feij e mamona, intercalados por pousio a cada 2 anos; 1987-2007: pousio.
R	Bonifácio/Tauá - S 6°17'20", W 40° 18'40"	AC: 1950: corte veg-queima; 1950-1980: ??; 1980-1998: Alg, Mi e Feij. 1998-2003: pousio; 2004-2007: cons agroec AVN: 1997-2007: pousio.
S	Tapera/Tauá - S 5°56'50", W 40°20'50"	AC: 1985-1989: corte veg-queima e de Alg, Mi, Feij, mamona e fava, com pousios de 2 anos a cada 2 anos; 1989-2003: pousio; 2004-2007: cons agroec AVN: 1977-1982: corte veg-queima e 1982-2007: pousio.
T	Altamira/ Tauá - S 5° 48'52", W 40° 33'26"	AC: 1980-1986: corte veg-queima e Alg; 1987-1988: Alg, Mi e Feij; 1989-1990: 1989 e 1990; 1991-1996: Alg, Mi e Feij; 1997-2007: cons agroec AVN: 1985-1987: raleamento e e de leucena, Mi e Feij; 1997-2007: pousio.
U	Castelo da Serra/Tauá - S 5° 50'18", W 40° 10'57"	AC: 1960-1994: corte veg-queima, Alg com animais e pousios de 2 anos a cada dois anos; 1994-2004: pousio; 2004-2007: cons agroec AVN: 1960-1980: Corte veg-queima e Alg, intercalados por períodos de pousio de 2 anos; 1980-1988: pousio. Corte veg-queima, Mi e Feij; 1990-2007: pousio.
V	Serra Branca/Tauá - S 5° 53'50", W 40° 00'4"	AC: 1967-1972: corte veg-queima, Alg, Mi e Feij; 1972-2002: pousio; 2002-2004: corte veg-queima, Alg, Mi, Feij. AVN: 1972-2007: pousio.
W	Serra Branca/Tauá - S 5° 51'49", W 40° 00'39"	AC: 1967-1972: corte veg-queima, Alg, Mi e Feij. 1972-2001: pousio; 2001-2003: corte veg-queima, Mi, Feij; 2003: Alg, arroz e mamona; 2004-2007: cons agroec AVN: 1967-1972: corte veg-queima, Alg, Mi, Feij, Alg e mamona; 1972-2007: pousio.
X	Calumbi/Tauá - S 5° 57'12", W 40° 32'35"	AC: 1958-1976: Corte veg-queima, Mi e Feij, intercalados por períodos de pousio de 2 anos; 1976-1986: pousio; 1986-1997: corte veg-queima, Feij e Mil; 1997-2007: cons agroec AVN: 1978-1986: Corte veg-queima, Mi e Feij, intercalados por períodos de pousio de 2 anos. 1986-2007: pousio.

AC: área de consórcio; AVN: área de vegetação natural; Corte veg-queima: corte e queima da vegetação; Alg: algodão; Mi: milho; Feij: feijão; cons agroec: consórcio agroecológico.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise estatística univariada

Os resultados das análises químicas para cada uma das situações de uso (ACs) e vegetação natural (AVNs), considerando as médias dos grupos de propriedades dos municípios estudados, comparados pelo teste t ($P < 0,05$), são apresentados na Tabela 2. O comportamento observado para o grupo de propriedades familiares foi similar a avaliação estatística individual por propriedade.

Além das comparações estatísticas foi feito também a classificação das condições de solo para cada uma das propriedades avaliadas considerando os níveis desses atributos, segundo os diversos critérios adotados para recomendações de adubação e calagem para as condições semiáridas brasileiras. Nesse caso utilizou-se, em conjunto, os critérios publicados para os estados da Paraíba (EMATER, 1979), Ceará (UFC, 1993) e Minas Gerais (CFSEMG, 1999), assim como Tomé Jr (1997), Velasco (1981) e Ribeiro et al. (1999).

Constatou-se, de modo geral, que, para ambas as condições de uso do solo (AVNs e ACs), as diversas propriedades químicas apresentam-se em níveis de médio a muito bom, a exceção de PST, no caso muito baixo (VELASCO, 1981), o que é também favorável.

Observou-se que os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , em ambas as áreas (ACs e AVNs), variaram de médio a alto (TOMÉ Jr, 1979; UFC, 1993), com reflexos nos valores da SB, V e t, propriedades essas enquadrados nas classes bom e muito bom (RIBEIRO, 1999; CFSEMG, 1999). O P disponível foi encontrado em níveis que variaram de baixo a médio (EMATER, 1979), com predomínio dos baixos, tanto em ACs quanto em AVNs.

Nos casos em que houve diferenças significativas, os solos sob consórcio (ACs) apresentaram, de modo geral, maiores valores para as variáveis K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , P disponível, SB, t e V, comparativamente aos solos sob vegetação natural (AVNs), o que em parte se explica pelo fato de que nos solos sob mata a maioria dos nutrientes está alocada na vegetação (SILVA *et al.*, 2013). Observou-se, no entanto, que na grande maioria dos casos houve igualdade estatística das situações estudadas para essas mesmas variáveis.

De modo geral, as áreas estudadas apresentaram solos com alta fertilidade, com exceção do P disponível, que se apresentou em níveis limitantes ao desenvolvimento de plantas, especialmente na camada mais profunda (10-30 cm). Esses resultados refletem a baixa disponibilidade natural de P dominante nos solos brasileiros, também em condições semiáridas (SALCEDO, 2004), no caso muito associada a formação de compostos estáveis com Ca, o que afeta a sua disponibilidade (FARIAS *et al.*, 2009). N e P são os dois

elementos mais limitantes nos solos da região semiárida do Nordeste do Brasil, ressaltando a importância do manejo racional da matéria orgânica (SAMPAIO *et al.*, 1995; TIESSEN *et al.*, 1992).

Os valores de pH em água do solo encontram-se na faixa adequada para disponibilidade de nutrientes (MALAVOLTA, 1979), tanto nas áreas cultivadas (ACs) quanto sob vegetação natural (AVNs), em consonância com os altos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ . A matéria orgânica do solo também pode complexar H^+ e Al^{+3} livres (PAVINATO & ROSOLEM, 2008), assim como resíduos orgânicos produzidos ou aportados na área de produção que adicionam cátions trocáveis como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , favorecendo a redução da acidez do solo e o aumento do pH (BRADY & WEIL, 2013, DANTAS *et al.* 2012; LIRA *et al.* 2012). Além da riqueza relativa desses solos, os resultados sugerem que a adição de cátions ao solo em função do aporte de material orgânico nesses sistemas de cultivo, seja pela aplicação de resíduos orgânicos e/ou biofertilizantes, a maior produção/preservação de nutrientes pela biomassa cultivada, em conjunto com manejo racional dos restos culturais (não queima, por exemplo) ou adoção de práticas de conservação do solo, possam ter contribuído para esses resultados.

Contudo, contraditoriamente os maiores teores de cátions nas áreas consorciadas (ACs) não são acompanhados por maiores teores de matéria orgânica na camada superficial (0-5 cm) das áreas sob vegetação natural (AVNs), enquanto nas profundidades de 5-10 e 10-30 cm essas diferenças não foram observadas ($P < 0,05$). Em profundidade, os teores de matéria orgânica são geralmente similares, e, tanto dos solos sob consórcio (ACs) quanto sob vegetação natural (AVNs), foram enquadrados na classe de valores médios (EMATER, 1979).

Os menores ou semelhantes teores das propriedades químicas avaliadas, especialmente cátions e suas medidas estimadas (SB, t e V), dos solos sob vegetação natural, ressaltam positivamente as práticas aplicadas nas áreas consorciadas (ACs), até mesmo em relação a prática do pousio por períodos longos, como são em alguns casos de AVNs selecionadas (Tabela 1), já que áreas sob vegetação primitiva de caatinga praticamente não existem no semiárido brasileiro (ALVES, 2007; ALVES *et al.*, 2008; FRAGA, 2002). O manejo e o histórico de adição/conservação de nutrientes em função do aporte contínuo de resíduos orgânicos de diversas origens nesses sistemas de cultivo e a aplicação de práticas de conservação do solo ressaltam o potencial dessas técnicas para o uso do solo no semiárido e até mesmo de recuperação de áreas degradadas, basta ver o curto período de tempo uso com consórcios agroecológicos.

Estudo conduzido por Maia et al. (2017) em duas das áreas componentes do presente estudo (áreas M e P) quantificou a biomassa produzida nos consórcios conduzidos pelos agricultores familiares, respectivamente 13,7 e 35,9 Mg ha⁻¹ (matéria seca). Em região próxima, constatou-se que a contribuição anual de biomassa da vegetação de caatinga está em torno de 3,7 Mg Mg ha⁻¹ (somente parte aérea) (Maia et al., 2007), o que é muito menor que a biomassa produzida nos consórcios, mesmo sem considerar o que está no solo. Tais resultados tornam evidente o potencial dos consórcios em promover o aporte de biomassa e consequentemente a ciclagem de nutrientes. Observou-se que o aporte de C e N nessas áreas foi de 6,4 e 0,21 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ e 17,9 e 0,35 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ na área 1 e 2, respectivamente. Nesses casos, elevados aportes de outros macronutrientes ocorrem em adição a C e N, especialmente Ca, Mg e K, como observado no presente estudo.

Nas áreas de cultivo, a mineralização do material orgânico depositado é mais rápida (preparo do solo, incorporação, trituração) (COLEMAN & CROSLEY., 1996, ESPINDOLA *et al.*, 2006), e provavelmente a sua qualidade (relação C:N menor) é diferenciada em relação ao depositado nas áreas sob vegetação natural (LORANGER *et al.*, 2002; KOGEL-KNABNER, 2002). A não movimentação da superfície e a proteção física da matéria orgânica do solo com sua associação à fração mineral pode ter sido bastante efetiva nessas condições, uma vez que é a fração menos lábil da matéria orgânica do solo (OADES, 1984; ELLIOTT, 1986; TISDALL & OADES, 1982).

Além disso, resultados obtidos por Aguiar et al. (2010), na mesma área de estudo conduzida por Maia et al. (2007), apontam também que, em condições de caatinga secundária, a intensidade dos processos de erosão hídrica depende da cobertura da superfície. Esses autores encontraram que a cobertura da superfície é maior nas áreas de sistemas agrosilvipastoril onde o raleamento diminuiu a cobertura arbórea e proporcionou o aumento da herbácea com o cultivo de grãos. Nessas condições a cobertura é muito mais efetiva proporcionando a redução da ação direta das gotas de chuva e o escoamento superficial. Consequentemente, as perdas de sedimentos e nutrientes pela erosão, como observadas por Aguiar et al. (2010), foram menores nas áreas cultivadas (ACs) quando comparadas às áreas sob vegetação natural (AVNs) do presente estudo.

Tabela 2. Valores médios dos atributos químicos dos solos das áreas sob consórcio agroecológico (AC) e vegetação natural (AVN) de propriedades familiares dos municípios de Choró (n=5), Massapê (n=5), Quixadá (n=2) e Tauá (n=12), no estado do Ceará, Brasil, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-30cm.

Municípios	Classes de uso do solo	Atributos Químicos										
		MO ^(c) dag kg ⁻¹	pH ^(a) em H ₂ O	P ^(c) mg dm ⁻³	K ^{+1(a)} cmolc dm ⁻³			Ca ^{2+(b)}	Mg ^{2+(b)}	H+Al ^(e)	SB ⁽⁵⁾	t ^(e)
0-5 cm												
Chor	AC	1,78b	6,28a	11,28a	0,38 ^a	4,30a	1,33a	1,45b	6,06a	7,51 ^a	79,59a	0,57a
	AVN	2,71a	5,88b	5,49b	0,27b	3,98a	1,31a	2,91a	5,61a	8,52 ^a	66,60b	0,52a
Massapê	AC	1,68b	6,20a	14,19a	0,40 ^a	4,56a	1,38a	3,19a	6,38a	9,57 ^a	62,49a	0,40a
	AVN	2,38a	6,19a	17,26a	0,34 ^a	3,67a	1,57a	3,25a	5,66a	8,91 ^a	63,02a	0,74a
Quixadá	AC	1,18b	6,08b	1,50a	0,17 ^a	2,65a	1,05a	1,79a	3,90a	5,69a	68,50a	0,45a
	AVN	2,18a	6,56a	2,00a	0,15 ^a	2,28a	0,68b	2,33a	3,13b	5,47a	58,25b	0,22a
Tauá	AC	2,00b	6,82a	11,60a	0,44 ^a	4,59a	1,20b	1,18b	6,29a	7,47a	84,27a	0,75a
	AVN	2,74a	6,51b	6,95b	0,36b	3,82b	1,54a	1,43a	5,79a	7,22a	78,95b	0,82a
5-10 cm												
Choró	AC	2,06a	6,31a	8,96a	0,26 ^a	4,07a	1,31a	1,43b	5,70a	7,14a	78,55a	0,74a
	AVN	2,37a	5,82b	3,44b	0,18b	3,34b	1,23a	2,58a	4,80a	7,39a	64,11b	0,67a
Massapê	AC	1,23b	6,10a	11,65a	0,29 ^a	3,71a	1,34b	2,78a	5,40a	8,18a	61,10a	0,47a
	AVN	1,97a	6,27a	15,24a	0,28 ^a	3,02a	1,56a	3,16a	4,92a	8,08a	59,03a	0,61a
Quixadá	AC	1,98a	6,05b	9,76a	0,39 ^a	3,69a	1,17a	1,36b	5,29a	6,65a	78,90a	0,42a
	AVN	1,93a	6,60a	8,20a	0,16b	2,52b	0,87b	2,12a	3,57b	5,70a	63,18b	0,21a
Tauá	AC	2,96a	6,70a	7,13a	0,37 ^a	3,85a	1,20a	1,33a	5,44a	6,78b	80,41a	0,77a
	AVN	3,13a	6,31b	5,44b	0,34 ^a	4,02a	1,60a	1,48a	6,01a	7,50a	75,78b	0,67a
10-30 cm												
Choró	AC	1,13a	6,34a	3,89a	0,15 ^a	3,98a	1,61a	1,42b	5,85a	7,27a	78,83a	1,31a
	AVN	1,32a	5,93b	2,11b	0,13 ^a	3,12b	1,34a	2,16a	4,69b	6,85a	66,57b	1,35a
Massapê	AC	1,18a	5,83a	11,93a	0,23 ^a	3,77a	1,74a	2,79a	5,79a	8,57a	61,88a	0,40b
	AVN	1,37a	6,15a	12,90a	0,21 ^a	2,65b	1,65a	2,83a	4,67a	7,50a	58,87a	1,76a
Quixadá	AC	1,15a	6,25a	5,75a	0,32 ^a	3,58a	1,06a	1,25b	5,00a	6,26a	79,22a	0,61a
	AVN	1,16a	6,35a	0,97b	0,17 ^a	1,54b	0,46b	1,89a	2,12b	4,00b	52,83b	0,34a
Tauá	AC	1,28a	6,51a	4,17a	0,28 ^a	3,69a	1,34b	1,43a	5,44a	6,87a	77,25a	1,45a
	AVN	1,26a	6,20b	4,55a	0,26 ^a	3,94a	1,73a	1,68a	6,00a	7,70a	72,08b	1,00a

a: Recomendações de Adubação e Calagem Para o Estado do Ceará (1993); b.: Tomé Jr.(1997); c: Sugestões de adubação para o estado da Paraíba-1ª aproximação (1979); d: CFSEMG (1999); e: Ribeiro et al. (1999); f: Velasco (1981). Classes de interpretação:

Muito Baixo:	Baixo:	Médio:	Alto:	Bom:	Muito Bom:	Muito Alto:
--------------	--------	--------	-------	------	------------	-------------

Análise estatística multivariada

Os resultados obtidos da análise de componentes principais, suas porcentagens da variância explicada e a contribuição de cada variável são apresentados na Tabela 3. As duas primeiras componentes principais (CP 1 e 2) explicaram 88,20; 78,60 e 79,60% da variabilidade total dos dados quando utilizaram-se os resultados das variáveis analisadas nas camadas de 0-5 e 5-10 e 10-30 cm, respectivamente; e quando foram analisadas conjuntamente as variáveis físicas e químicas do solo, na camada de 10-30 cm, as componentes principais explicaram 66,60% da variabilidade total dos dados, o que está em acordo com resultados obtidos por Loss et al. (2009) e Freitas (2011) em condições semelhantes a deste estudo.

As variáveis que mais explicaram a variação dos dados, considerando os coeficientes dos autovetores (Tabela 3) na camada de 0-5 cm, foram SB, Ca, V e pH (negativamente), na CP 1 e t, H+Al e Mg (positivamente) na CP 2, sendo responsáveis pela ordenação dos agrupamentos nesse eixo. Na camada de 5-10 cm, as variáveis com comportamento semelhante foram SB, Ca, e V, também negativamente, na CP 1 e na CP 2 as variáveis foram H+Al, t, pH e a MO, com o Mg assumindo posição intermediária. Em relação ao CP 2, H+Al e a t foram positivamente relacionadas com este eixo, enquanto que a variável pH e a MO foram negativamente relacionadas com o eixo em questão. Os atributos químicos mais significativos, na camada de 10-30 cm foram SB, Ca, t, V e o Mg na CP1 (negativamente). Em relação ao CP 2, quanto as variáveis que mais explicaram a variação dos dados, os teores médios de H+Al e da MO foram positivamente relacionadas com este eixo, enquanto a variável pH foi negativamente relacionada com o eixo em questão. E na análise conjunta dos atributos físicos e químicos, SB, Ca, t e Mg, foram os que mais contribuíram na CP1, enquanto na CP2 foram H+Al, pH, V, areia grossa, silte e argila. SB, Ca, t e Mg foram negativamente relacionadas com a CP 1, enquanto H+Al, silte e argila foram positivamente relacionadas com o CP 2, pH, V e a areia grossa relacionaram-se negativamente.

A dispersão das áreas de estudo entre os eixos CP 1 e CP 2 (Figuras 3, 4, 5 e 6) reflete a influência das variáveis que constituem as componentes, pois aquelas que uma dada posição são influenciadas principalmente pelas variáveis que ocupam estas mesmas posições ou posições opostas no plano do círculo das correlações. Assim, analisando-se a Figura 3, observou-se, na profundidade de 0-5 cm, que para a CP 1, as variáveis SB, Ca, V e pH em água diminuíram da esquerda para a direita, enquanto na segunda CP, as variáveis Mg e H+Al e t aumentaram de baixo para cima. Assim as áreas com os melhores valores para fertilidade

do solo foram posicionadas à esquerda da origem da CP 1 e acima da origem da CP 2. Na profundidade de 5-10 cm, as variáveis SB, Ca e V diminuíram da esquerda para a direita para CP 1, as variáveis H+Al e a t aumentaram de baixo para cima, na CP 2, enquanto que o pH em água e a MO diminuíram neste mesmo sentido. Quanto ao aumento pH do solo na mesma direção da matéria orgânica e em direção contrária ao aumento dos teores de H+Al, elevações do pH com a adição de resíduos vegetais foram observadas por FRANCHINI *et al.* (2001). Esse resultado seria decorrente da complexação dos H⁺ e Al livres com compostos orgânicos aniônicos dos resíduos e do aumento da saturação da CTC do solo pelos Ca, Mg e K adicionados via resíduo vegetal, o que reduziria a acidez potencial. Pavinato (2007) observou que a aplicação de extratos de aveia, nabo, sorgo, milho e soja ao solo promoveu a elevação do pH do solo.

Logo, as áreas posicionadas à esquerda da origem da CP1 e abaixo da origem da CP2 apresentam maiores valores para os teores de cátions, matéria orgânica, saturação por bases e pH e apresentam os menores teores de H+Al. Resultados semelhantes foram verificados na profundidade de 10-30.

A posição da média, representada no gráfico pelo símbolo em maior tamanho dos símbolos utilizados para identificar as áreas de consórcios (AC) e vegetação natural (AVN), nas três profundidades estudadas, indica que o maior número de áreas tanto de consórcios agroecológicos como de vegetação natural dos municípios de Massapê e Quixadá, e de áreas de vegetação natural do município de Choró, situaram-se à direita da origem da CP 1. Enquanto a maior parte das áreas de consórcios e de vegetação natural do município de Tauá, posicionaram-se à esquerda da origem da CP1 apresentando, portanto, melhores valores para fertilidade dos solos em relação as áreas posicionadas à direita da CP1 (Figuras 3, 4 e 5). Esses resultados se devem provavelmente ao fato de nos municípios de Massapê e Quixadá, o tempo de adoção das práticas agroecológicas pelos agricultores ser inferior aos dos agricultores do município de Tauá (Tabela 1), um vez que as áreas de consórcios dos municípios de Massapê com maior tempo de adoção da proposta agroecológica se posicionaram à esquerda da CP1 e as áreas de consórcios do município de Tauá com menor tempo à direita. Indicando que as práticas de manejo temporalmente aplicadas refletem melhores condições químicas dos solos em longo prazo.

A maior parte das áreas de vegetação natural do município de Choró também se posicionaram à direita da origem da CP1, enquanto a maior parte das áreas de consórcios à esquerda, indicando que, nessas áreas, o tempo de manejo agroecológico empregado nessas áreas foi suficiente para alterar a capacidade dos solos em reter cátions. E que as aplicações de

adubos orgânicos ao longo do tempo influenciaram significativamente os teores de nutrientes do solo (Kiehl, 1985).

A posição, à direita da CP1 e acima da origem da CP2, das áreas tanto de consórcios agroecológicos como de vegetação natural do município de Massapê e de vegetação natural de Choró, indicam o maior teor de H+Al e menor de M.O nos solos dessas áreas. No caso das áreas de consórcio do município de Massapê, o tempo de adoção do manejo agroecológico não foi suficiente para ação dos mecanismos responsáveis pela melhoria das características químicas do solo com a aplicação de resíduos orgânicos; entre as quais, segundo FRANCHINI *et al* (1999), destacam-se: a sorção de H e Al na superfície do material vegetal, a complexação do Al por compostos orgânicos e a troca de ligantes entre os grupos funcionais OH- dos oxihidróxidos de Fe e Al e os ânions orgânicos. Já em relação as áreas de vegetação natural dos municípios supracitados, reflete o baixo aporte de matéria orgânica dessas áreas em virtude, possivelmente, das condições climáticas reinantes, visto que a variabilidade e a escassez das chuvas, além da baixa fertilidade do solo, são os principais fatores que limitam a produção de biomassa nessa região.

Na análise conjunta dos atributos físicos e químicos as áreas posicionadas à esquerda da origem da CP1 apresentam maiores valores para os teores de cátions, silte e argila e os menores para os teores de areia grossa. As correlações positivas das variáveis Ca, Mg, SB e t com o silte e a argila e negativas com a areia grossa (ag) (Figura 6), podem ser explicadas pelo fato da fração coloidal, ao contrário da areia, ser bastante ativa quimicamente, apresentando grande afinidade pela água e pelos elementos químicos nela dissolvidos, devido às cargas elétricas existente na sua vasta superfície específica (FASSBENDER, 1975 e SPOSITO, 1989). Solos com argila de alta reatividade apresentam CTC alta e podem reter grandes quantidades de cátions. Ao contrário, solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica e baixa CTC são mais suscetíveis às perdas de nutrientes por lixiviação. O cruzamento de variáveis físicas e químicas é importante, uma vez que a alteração, em uma variável, pelo manejo do solo, acaba modificando outras variáveis. Neste caso, a redução de variáveis foi importante para selecionar os principais componentes, para identificar e interpretar a distribuição das variáveis originais de maior peso (SANTI *et al.*, 2012).

Tabela 3. Contribuição das variáveis analisadas nas duas primeiras componentes principais e proporção da variância explicada pelas componentes.

VARIÁVEIS	PROFUNDIDADES							
	0-5cm		5-10cm		10-30cm		10-30cm	
	CP1	CP2	CP1	CP2	CP1	CP2	CP1	CP2
pH em H ₂ O	-0,37	-0,35	-0,30	-0,37	-0,26	-0,42	-0,21	-0,38
H + Al	0,25	0,57	0,25	0,55	0,20	0,64	0,13	0,54
Ca ²⁺	-0,46	0,11	-0,45	0,10	-0,43	0,05	-0,42	-0,05
Mg ²⁺	-0,31	0,34	-0,34	0,34	-0,38	0,28	-0,36	0,06
SB	-0,48	0,20	-0,46	0,19	-0,45	0,13	-0,44	-0,01
t	-0,33	0,50	-0,37	0,42	-0,40	0,34	-0,41	0,16
V	-0,40	-0,38	-0,41	-0,33	-0,40	-0,35	-0,34	-0,37
M.O	-	-	-0,10	-0,33	-0,18	0,27	-0,16	0,03
Areia Grossa	-	-	-	-	-	-	0,17	-0,37
Silte	-	-	-	-	-	-	-0,22	0,35
Argila	-	-	-	-	-	-	-0,20	0,35
Proporção da Variância (%)	57,10	31,10	53,70	24,90	57,40	22,20	45,30	21,30

A grande dispersão das áreas entre as duas primeiras componentes principais nas três profundidades avaliadas não permite fazer uma separação nítida de grupos considerando o uso das áreas, ou seja, consórcio (ACs) e vegetação natural (AVNs), considerando as variáveis estudadas. Esses resultados podem ser associados ao fato das áreas não apresentarem valores tão discrepantes dos atributos químicos e físicos analisados, a semelhança do que pode ser observado individualmente entre propriedades na Tabela 2, apesar de não terem sido feitas comparações entre médias das diferentes propriedades.

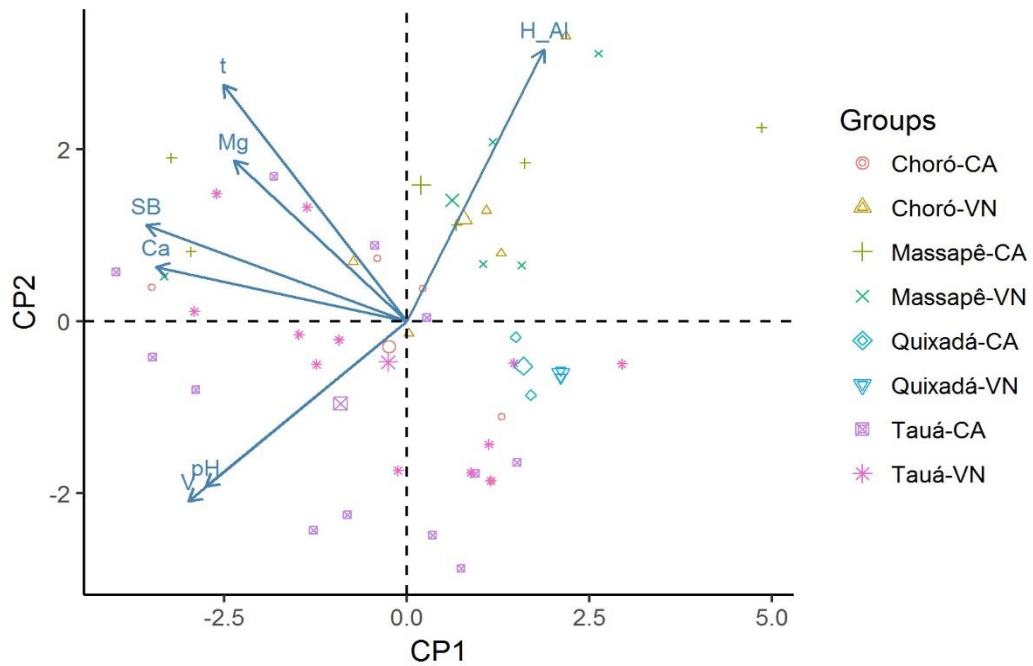


Figura 3. Escores dos sistemas de cultivo nos dois primeiros componentes principais obtidos com os atributos químicos do solo, na profundidade de 0-5cm. Consórcio Agroecológico (AC) e Vegetação Natural (AVN).

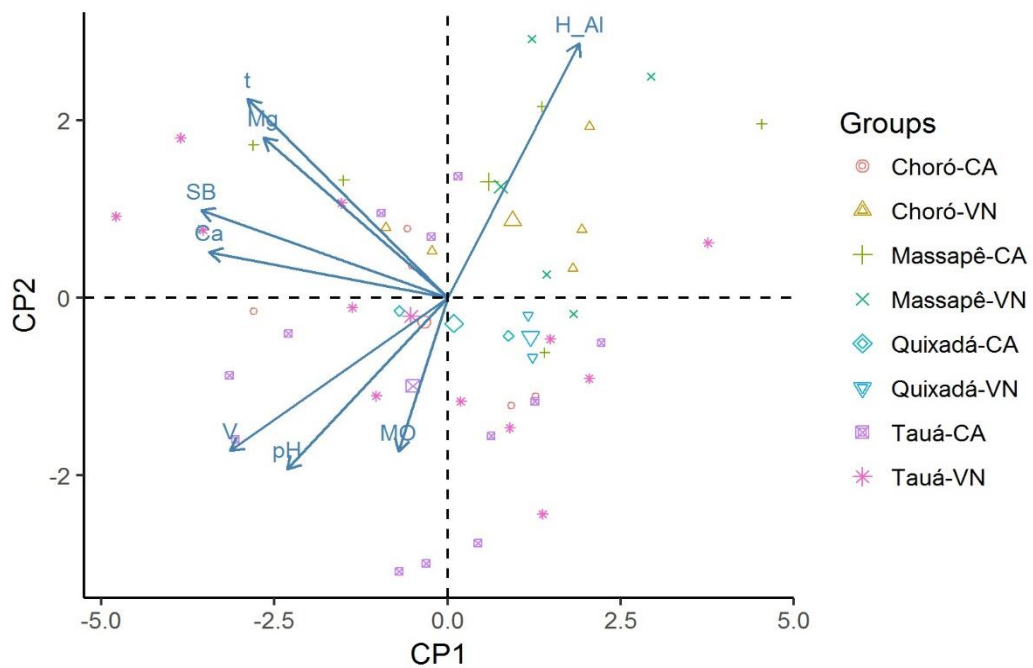


Figura 4. Escores dos sistemas de cultivo nos dois primeiros componentes principais obtidos com os atributos químicos do solo, na profundidade de 5-10cm. Consórcio Agroecológico (AC) e Vegetação Natural (AVN).

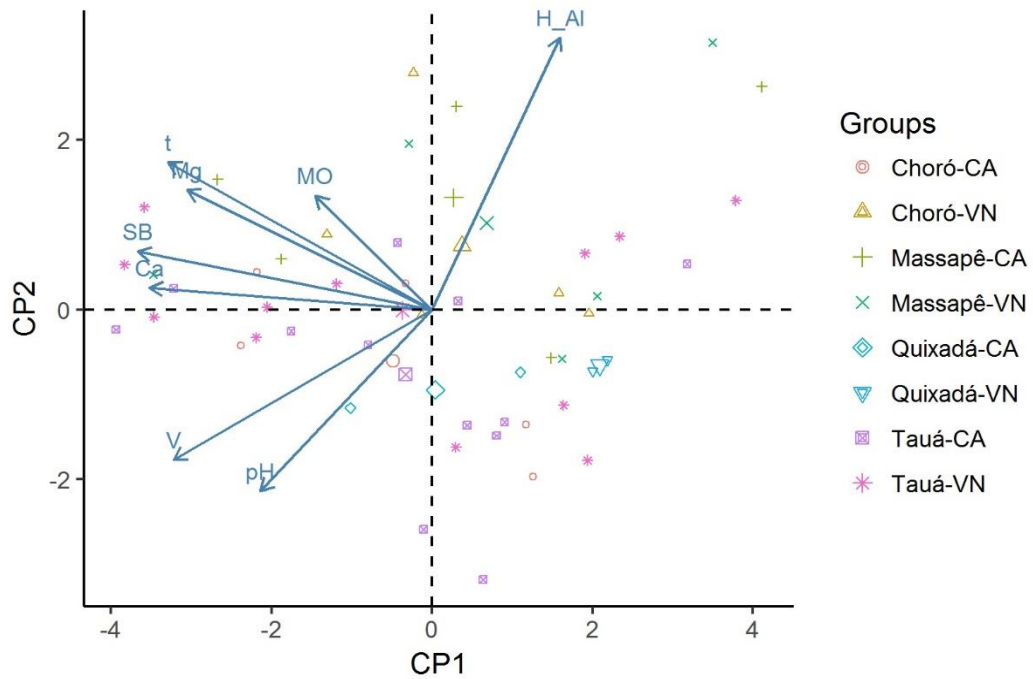


Figura 5. Escores dos sistemas de cultivo nos dois primeiros componentes principais obtidos com os atributos químicos do solo, na profundidade de 10-30cm. Consórcio Agroecológico (AC) e Vegetação Natural (AVN).

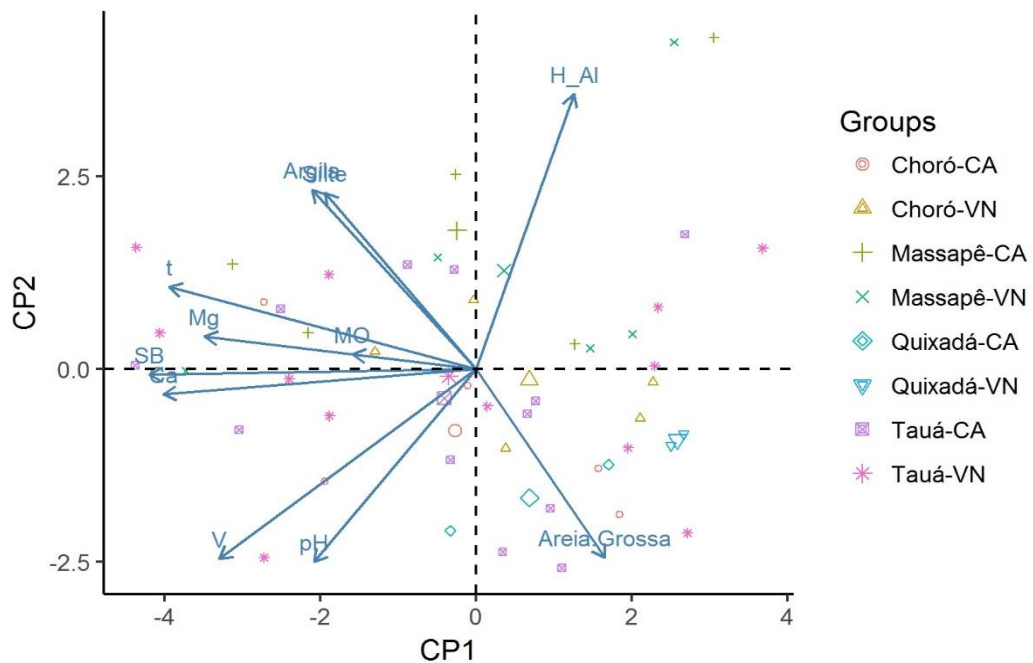


Figura 6. Escores dos sistemas de cultivo nos dois primeiros componentes principais obtidos com os atributos físicos e químicos do solo, na profundidade de 10-30cm. Consórcio Agroecológico (AC) e Vegetação Natural (AVN).

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- As práticas de manejo e de cultivo em consórcio mantêm as propriedades químicas, podem inclusive recuperá-las a condições semelhantes e/ou melhores que a condição natural (vegetação natural);
- Para as condições deste trabalho, os indicadores mais adequados para analisar o cultivo em bases agroecológicas foram pH, H+Al, Ca²⁺, Mg²⁺, SB, t, V, areia grossa, silte e argila; esses indicadores refletem a variância das situações estudadas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M.I; MAIA, S.M.F; XAVIER, F.A.S; MENDONÇA, E.S; ARAÚJO-FILHO, J.A; OLIVEIRA, T.S. Sediment, nutrient and water losses by water erosion under agroforestry systems in the semi-arid region in northeastern Brazil. **Agroforestry Systems**, São Paulo, v. 79, p.277-289, 2010.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3ed. Ver. Ampl. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão popular, AS-PTA, 2012, 400p.
- ALVES, J. J. A. Geoecologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro. CLIMEP: **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, 2007. v.2, n.1, p 58 -71.
- ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. Degradação da Caatinga: uma avaliação ecogeográfica. **Caminhos da Geografia**. (UFU. On-line), 2008. V.9 p. 143-155.
- ARAÚJO FILHO, J. A. de.; Manejo pastoril sustentável da caatinga. Recife, PE: **Projeto Dom Helder Camara**, 2013. 200p.:il.
- ARAÚJO-JUNIOR, C. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; DIAS JUNIOR, M. S.; ALCÂNTARA, E. N. & MENDES, A. D. R. Alterações nos atributos químicos de um Latossolo pelo manejo de plantas invasoras em cafeeiros. **R. Bras. Ci. Solo**, 35:2207-2217, 2011.
- ASSIS, Renato Linhares de & ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Agroecologia e agricultura familiar na região centro-sul do estado do Paraná. **Rev. Econ. Sociol. Rural** [online]. 2005, vol.43, n.1 pp.155-177.
- BRADY, N. C. & WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Tradução técnica: Igo Fernando Lepsch. Dados eletrônicos. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa 1999. 360p
- CLARK, M.S.; HORWATH, W.R.; SHENNAN, C. & SCOW, K.M. Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 5, p. 662-667, 1998.
- COELHO, A. M. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. In: CURI, N.; MARQUES, J. J. G. S. M.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; VENEGAS, V. H. A. Tópicos em ciência do solo. ViçosaMG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2005. 60 p. V. 1. N. 1.
- COLEMAN, D. C.; CROSSLEY, D. A. **Fundamental of soil ecology**. London: Academic Press, 1996. 205p.

DANTAS, J. D.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ASSIS, C. P. Qualidade de solo sob diferentes usos e manejo no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 16, n. 1, p. 18-26, 2012.

DAVIDSON, F. A & ACKERMAN, I.I, Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. **Biogeochemistry**, 20:161-193, 1993.

DETWILLER, R.P. Land use change and the global carbon cycle: the role of tropical soils. **Biogeochemistry**, 2:67-93, 1986.

ELLIOTT, E.T. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorous in native and cultivated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.50, p.627-633, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos e análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro,1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documento,1)

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; et al. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, p. 321-328, 2006.

FARIA, M. V. C. M. & PEREIRA, J. A. A rede de economia solidária do algodão agroecológico: desenvolvimento humano, sustentabilidade e cooperação entre os produtores rurais do estado do Ceará. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 14, n. 3, p. 395-408, 2012.

FASSBENDER, H.W. **Química de suelos**. Turrialba, IICA, 1975. 398p.

FINATTO, R. A.; SALAMONI, G. Agricultura familiar e agroecologia: Perfil da produção de base agroecológica do município de Pelotas/RS. **Sociedade e Natureza**, v.20, p.199-217, 2008.

FRAGA, V.S. **Mudanças na matéria orgânica (C, N e P) de solos sob agricultura de subsistência**. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2002. 72p. (Tese de Doutorado).

FRANCHINI, J.C.; GONZALEZ-VILA, F.J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M. & PAVAN, M.A. Rapid transformations of plant water-soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisol. **Plant Soil**, 231:5563, 2001.

FRANCHINI, J.C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. & MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. **Pesq. Agropec. Bras.**, 34:22672276, 1999.

FRAZÃO, L. A.; PÍCCOLO, M. C.; FEIG, B. J.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 43, n. 5, p. 641648, 2008.

FREITAS, L.; CASAGRANDE, J. C.; DESUÓ, I. C. Atributos químicos e físicos de solo cultivado com cana-de-açúcar próximo a fragmento florestal nativo. **Holos Environment**, v.11, n.2, p.11:137-147, 2011.

- GOMES, J. B. V. et al. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 137-154, 2004.
- GUIMARÃES, D. V.; GONZAGA, M. I. S. & MELO NETO, J. O. Management of soil organic matter and carbon storage in tropical fruits crops. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n.3, p.301-306, 2014.
- KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: **Agronômica Ceres**, 1985. 492p.
- KOGEL-KNABNER, I. The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. **Soil Biol. Biochem** 34:139-162 2002.
- LIRA, R. B. de.; DIAS, N. S.; ALVES, S. M. C.; BRITO, R. F. de.; SOUSA NETO, O. N. de. Efeitos dos sistemas de cultivo e manejo da caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola em Apodi, RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 18-24, jul-set., 2012.
- LORANGER, G ; PONGE, J.F.; IMBERT, D.& LAVELLE, P. Leaf decomposition in two semievergreen tropical forests: influence of litter quality **Biol. Fert. Soils** 35:247-252. 2002.
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p. 68-75, 2009.
- LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINI, A. S.; NUNES, C. M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 41, n. 1, p. 20-28, 2011.
- MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 4a edição. São Paulo SP, Editora Agronomia Ceres, 1979. 255 p.
- MENDONÇA, E.S. & MATOS, E.S. Matéria orgânica do solo: **Métodos de análises**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107p.
- MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GIONGO, V.; PÉREZ-MARIN, A. M. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, v.72, p.643-653, 2012.
- OADES, J.M. Soil organic-matter and structural stability – mechanisms and implications for management. **Plant Soil**, v.76, p.319-337, 1984.
- OLIVEIRA, F. F. & SALCEDO, I. H. Diagnóstico de fertilidade do solo das áreas cultivadas com batatinha (*Solanum tuberosum*) no Município de Esperança, PB. In: **FERTILIDADE DO SOLO E PRODUÇÃO DE BIOMASSA NO SEMIÁRIDO** [MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S.; SALCEDO, I. H], Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2008.

PADUA, J., PADOVAN, D., GARCEZ, A., NASCIMENTO, J., & PADOVAN, Produção de alimentos sob bases agroecológicas pela agricultura familiar em Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul. **Cadernos De Agroecologia**, 8(2) M. (2013).

PAVINATO, P.C. & ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:911- 920, 2008.

PAVINATO, P.S. **Dinâmica do fósforo no solo em função do manejo e da presença de resíduos em superfície**. Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2007. 145p. (Tese de Doutorado).

PRIMAVESI, A. **Pergunte ao solo e as raízes: uma análise do solo tropical e mais de 70 casos resolvidos pela agroecologia/ Ana Primavesi**. -1. Ed. – São Paulo: Nobel, 2014. 288p.:il. ;23cm. ISBN 9788521318378.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O.; GARRIDO, M. S.; CABRAL, P. K. T. Contribuição da adubação orgânica na absorção de nutrientes e na produtividade de milho no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.7, p.81-88, 2012.

REIS, E. **Estatística Multivariada Aplicada**. Lisboa: Edições Silabo, 1997. 343p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa - MG: UFV, p. 25-32, 1999.

SALCEDO, I. H. Fertilidade do solo e agricultura de subsistência: desafios para o semiárido nordestino. **Fertbio 2004, Soc. Bras. Ci. Solo**, Lajes, SC, CD-ROM, 2004.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H. & SILVA, F.B.R. Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. In: **Fertilizantes: Insumos básicos para a agricultura e combate à fome**. [PEREIRA, J.R. & FARIA, C.M.B], Petrolina. Embrapa, 1995. p.51-71.

SANTI, A.L; AMADO, TJC; CHERUBIN, M.R; MARTIN, T.N; PIRES, J.L; DELLA FLORA L.P; BASSO, C.J. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesq Agropec Bras**. 2012;47:1346-57.

SILVA, A. S.; LIMA, J. S. S.; XAVIER, A. C.; TEIXEIRA, M. M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-amarelo húmico cultivado com café. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 34, n. 1, p. 15-22, 2010.

SILVA, A. S.; SILVA, I. F; FERREIRA, L.E; BORCHARTT, L; SOUZA, M.A; PEREIRA, W.E. Propriedades físicas e químicas em diferentes usos do solo no brejo paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 1064-1072, 2013.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; ALVES, R. N.; PRIMO, D. C.; SILVA, G. B. M. S. Produtividade de grãos e frações nitrogenadas do milho submetido a manejo de adubos orgânicos na região semiárida. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.17351744, 2011.

SPOSITO, G ; Surface reactions in natural aqueous colloidal systems. **Chimia**, 43:169-176, 1989.

SUGESTÕES DE ADUBAÇÃO PARA O ESTADO DA PARAÍBA-1ª APROXIMAÇÃO. EMATER-PB. João Pessoa-PB. 1979. 105p.

TIESSEN, H.; SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Nutrient and soil organic matter dynamics under shifting cultivation in Semi-Arid Northeastern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.38, p.139-151, 1992.

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, v.33, p.141-163, 1982.

TOMÈ Jr., J. B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo**. Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba, RS, 1997. 247p.

TUBALDINI, M. A. S. et al. Sistemas agroecológicos na agricultura familiar e suas influências no passivo florestal nas Micro Regiões de Alvorada do Oeste, Ariquemes e JiParaná em Rondônia. In: **Anais do V Simpósio Internacional Agrária – Espaços Diálogos Comunicação e Coordenação**. Niterói, 2009, p. 1-23.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 1993. p.138-139.

VELASCO, I. Improving the sodic soils of Spain. **Sulfur Agriculture**. 1981.

2 PRODUÇÃO DE FIBRA E ALIMENTOS EM CONSÓRCIOS AGROECOLÓGICOS

RESUMO

A associação de culturas é uma técnica empregada para aumentar a produtividade e lucro por unidade de área. Desta forma, possibilita a maximização da utilização de recursos ambientais, além de promover equilíbrio ecológico. Com o objetivo de avaliar o desempenho agrônomo das culturas em consórcios agroecológicos no semi-árido cearense foram implantados 24 experimentos nos municípios de Choró, Massapê, Quixadá e Tauá, dos quais por razões diversas apenas 16 chegaram até o final da avaliação. As culturas que compuseram os sistemas de consórcios agroecológicos foram: algodão, milho, feijão, gergelim. Foram utilizadas cultivares BRS 7H de algodão e G4 de gergelim. Para o plantio do milho e do feijão vigna utilizaram-se sementes de variedades locais. Dos 16 consórcios 11 apresentaram maior uso eficiente da terra (UET) do que as áreas em monocultivo. Os rendimentos das culturas do algodão foram maiores nos arranjos com maior número de plantas. O milho foi a cultura que sofreu a maior redução no seu rendimento em consórcio. A presença da cultura do feijão nos sistemas de consórcios foi fundamental para garantia da eficiência no uso da terra.

Palavras-chave: Consórcios agroecológicos. Arranjos. Semiárido.

ABSTRACT

The combination of cultures is a technique used to increase productivity and profit per unit area. It is a way to maximize the use of environmental resources and promote ecological balance. This study aimed to evaluate the agronomic performance of the component cultures of the intercrops agroecological bases in semi-arid region of Ceará. For this 24 experiments were carried out, in the counties Choró, Massapê, Quixadá and Tauá, which for various reasons only 16 reached the final evaluation. The cultures that made up the agroecological intercropping systems were: cotton, maize, beans and sesame. We used BRS 7H cotton and sesame G4. For the planting of maize and cowpea were used seeds local varieties. It was observed that there were differences between the arrangements to area equivalence index, productivity and the agronomic performance indexes of the intercropping crops. Of the 16 intercropping systems studied, 11 arrangements presented higher area equivalence index when compared to monocultures of the component cultures. The crop yields of cotton were higher in arrangements with higher number of plants. Corn was the crop that suffered the most reduction in their yield in consorting systems. The presence of the bean in the intercropping has been fundamental to ensuring the efficient use of land.

Keywords: Agroecological intercropping. Arrangements. Semiarid.

INTRODUÇÃO

A prática da consorciação de culturas é tradicional e amplamente utilizada por agricultores de regiões tropicais, tendo subsistido ao longo dos anos pelos benefícios envolvidos na sua adaptação ecológica, sendo considerada a máxima expressão da agricultura sustentável nos trópicos (GLIESSMAN, 2000). Consórcios consistem de um sistema de cultivo simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área (BEZERRA NETO e ROBICHAUX, 1996), privilegiando a diversidade cultural e a estabilidade, o que ecologicamente mais aproxima do ecossistema natural (BELTRÃO *et al.*, 1984).

Agricultores familiares no semiárido brasileiro (ALMEIDA, 2002) têm encontrado no manejo da biodiversidade o principal pilar de sua sustentabilidade, privilegiando sistemas de consórcios para o abastecimento alimentar da família, dos animais e para a geração de renda por meio da comercialização. Esses consórcios envolvem culturas alimentares, forrageiras, fibras e oleaginosas (ARAÚJO, 2006) e a sua prática tem sido difundida por ações complexas envolvendo não só a produção, mas também o processamento e comercialização com garantia de renda, o que tem favorecido a sua adoção.

Nesses sistemas ocorre competição por luz, nutrientes, água e outros fatores envolvidos no crescimento e produção das culturas (COSTA; SILVA, 2008), sendo necessário lançar mão de estratégias como a manipulação da população total, por meio do uso de diferentes densidades, espaçamentos e arranjos de plantio, visando o melhor desempenho agrônomo (SANTOS *et al.*, 2016). Diante disso, é de supor que esses agricultores (as) familiares, ao longo dos anos, foram acumulando e transformando conhecimento a partir das suas capacidades de entender e adaptar seus sistemas de produção, em cada região, aos fatores envolvidos no crescimento e produção das culturas, notadamente solo e água.

A evolução do conhecimento gerado e apropriado para as diversas realidades possui uma trajetória de ensinamentos muito ricos para a geração de novos conhecimentos no campo da Agroecologia. A sistematização e avaliação participativa de experiências é uma interpretação crítica de uma ou várias experiências que, a partir de seu ordenamento e reconstrução, descobre ou explicita a lógica do processo vivido, os fatores que intervieram no dito processo, como se relacionaram entre si e porque o fizeram desse modo (HOLLIDAY, 2006). Segundo Holliday (2006), esta afirmação básica, contém sinteticamente várias afirmações particulares: define a sistematização como interpretação crítica, quer dizer, como o resultado de todo um esforço para compreender o sentido das experiências, tomando distância

delas. Assinala ainda que essa interpretação só é possível se previamente se ordenou e reconstruiu o processo vivido nas experiências.

Holliday (2006) acrescenta ainda que a sistematização de uma experiência produz um novo conhecimento, um primeiro nível de conceptualização a partir da prática concreta que, uma vez que possibilita sua compreensão, leva a transcendê-la, a ir mais além dela mesma. Nesse sentido, permite-se abstrair o que se faz em cada caso particular e encontrar um terreno fértil onde a generalização é possível. Ao reconstruir o processo da prática, a sistematização identifica seus elementos, além de classificá-los e reordená-los, faz-nos objetivar o vivido, “fazer uma parada para tomar distância” do que se experimenta vivencialmente e converter assim a própria experiência em objeto de estudo e interpretação teórica e, ao mesmo tempo, em objeto de transformação.

Nesse contexto, objetivou-se sistematizar e avaliar o desempenho agrônomo das culturas em sistemas de consórcios agroecológicos com diferentes arranjos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local do estudo

O trabalho foi desenvolvido nos municípios de Choró, Quixadá, Massapé e Tauá, nas mesmas áreas onde foi realizado o estudo da qualidade do solo (Figura 1). Nos municípios de Choró e Quixadá, o clima é do tipo Aw, enquanto em Massapé e Tauá é BSw'h', segundo Köppen, com temperaturas e precipitação médias anuais de 24,5°C e 900 mm e 28°C e 722 mm, respectivamente. A distribuição pluviométrica histórica da região e a ocorrida no ano agrícola de 2007 são apresentadas na Figura 2. Os dados referem-se as médias mensais históricas disponíveis para dois postos meteorológicos nos municípios de Choró (2001-2006 e 1990-2006) e Massapé (2001-2006 e 1974-2006); quatro postos em Quixadá (1999-2006) e sete postos em Tauá (1974-2006 e 1999-2006).

A vegetação predominante nesses municípios é do tipo caatinga hiperxerófila, estando localizados na Depressão Sertaneja e, geologicamente, sobre rochas do embasamento cristalino. Os solos nas áreas dos arranjos A, B, C e D são o LUVISSOLO HÁPLICO Órtico planossólico (Aridic Haplustalf); ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abruptico e ARGISSOLO AMARELO Eutrófico planossólico (Typic Kandiodult); CAMBISSOLO HÁPLICO Ta eutrófico (Oxic Ustropept) e o NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico (Typic Aquisalid); respectivamente. O solo dos arranjos F e G é o PLANOSSOLO HÁPLICO (Typic Albaqualf). Os arranjos H e I estão situados sobre uma associação de NEOSSOLO LITÓLICOS Eutrófico (Lithic Ustortent) e PLANOSSOLO HÁPLICO (Typic Albaqualf). Nas áreas dos arranjos J, K, L, M, N, O e P predominam o NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico (Lithic Ustortent), LUVISSOLO CRÔMICO (Aridic Haplustalf), PLANOSSOLO HÁPLICO (Typic Albaqualf) e o NEOSSOLO FLÚVICO (Typic Aquisalid). Na tabela 1 são apresentadas as principais propriedades químicas dos solos das áreas estudadas.

Avaliação participativa dos consórcios

Para a avaliação participativa dos consórcios conduzidos por agricultores(as) familiares foram selecionados previamente 24 entre aqueles acompanhados pelo Esplar nos municípios de Choró, Quixadá, Massapé e Tauá.

O critério para escolha desses agricultores baseou-se no tempo de implantação dos consórcios (no mínimo três anos) pelos agricultores e na habilidade e comprometimento para condução das áreas e aplicação das práticas preconizadas, conforme informações do Esplar.

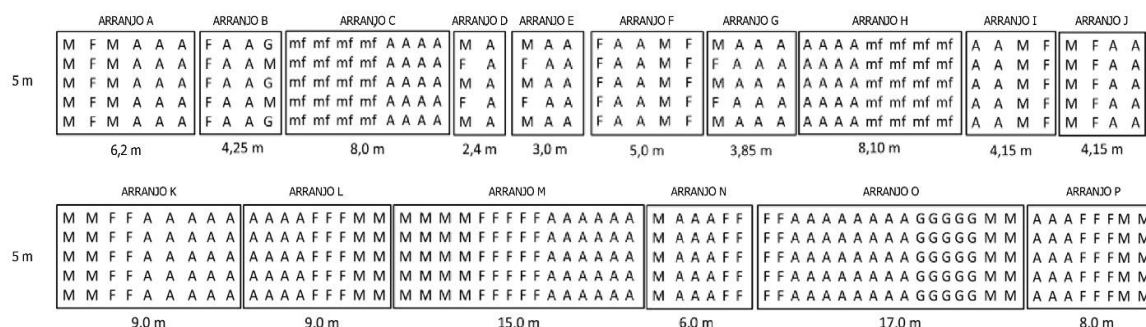
Reuniões foram realizadas em cada município com os agricultores(as), tendo sido apresentada a proposta de estudo dos consórcios e que basicamente consistia da demarcação de parcelas experimentais nas áreas de consórcios conduzidas pelos agricultores(as) e, em área contígua, a condução das mesmas culturas em monocultivo, onde também foram demarcadas parcelas experimentais.

A implantação e condução das parcelas experimentais em consórcios e em monocultivos foram realizadas integralmente pelos agricultores (as) sem qualquer tipo de interferência sugestiva, a não ser a necessidade das áreas de cultivo serem próximas e em condições de solo semelhantes. Assim, aspectos tais como culturas componentes, espaçamento, arranjos, práticas culturais (quando, como e quais), etc. ficaram totalmente a critério dos agricultores(as). Os agricultores (as) foram remunerados pelas horas trabalhadas não previstas normalmente na condução das suas áreas de cultivo, essencialmente para que houvesse garantia na condução das áreas de cultivo. Mesmo assim, por razões diversas, apenas 16 agricultores (as) desse total chegaram ao final, ou seja à colheita. Essas atividades foram desenvolvidas no período de fevereiro a junho de 2007. Os arranjos e a composição dos consórcios adotados pelos agricultores estão dispostos na Figura 3.

As parcelas experimentais nos sistemas em consórcio foram escolhidas aleatoriamente, sendo demarcadas quatro em cada área de consórcio. As parcelas foram demarcadas de modo que envolvesse todas as culturas utilizadas em cada arranjo, não interferindo, portanto, na configuração empregada por cada agricultor. Para os diferentes arranjos as parcelas foram compostas de linhas de 5 m de comprimento, eliminando-se 0,5 m na extremidade para efeito de avaliação. A largura variou conforme os arranjos, deixando uma bordadura correspondente a metade do espaçamento entre fileiras. Em seguida foram locadas as parcelas dos cultivos solteiros de cada cultura presente no consórcio, com mesmo comprimento e número de fileiras das parcelas dos consórcios.

Tabela 1. Propriedades químicas dos solos das áreas estudadas, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-30cm.

ARRANJOS	Camadas (cm)	Propriedades químicas				V %
		pH (em H ² O)	P (mg.dm ⁻³)	SB (cmol _c .dm ⁻³)		
A	0-5	6,74	14,60	9,97	10,92	91,19
	5-10	6,74	13,90	8,70	9,48	91,43
	10-30	6,46	3,00	8,79	9,86	88,98
B	0-5	6,28	4,35	3,80	4,68	81,15
	5-10	6,13	1,90	3,38	4,43	76,25
	10-30	6,20	0,87	2,94	3,77	78,32
C	0-5	6,07	16,70	6,59	8,60	76,66
	5-10	6,12	12,52	6,13	8,09	75,88
	10-30	6,03	3,95	5,97	7,97	74,88
D	0-5	6,10	15,50	5,84	7,86	75,00
	5-10	6,10	11,32	6,53	8,53	76,67
	10-30	6,58	9,13	8,42	10,27	82,08
E	0-5	6,21	5,27	4,07	5,49	74,01
	5-10	6,44	5,17	3,73	5,13	72,53
	10-30	6,42	2,52	3,12	4,48	69,90
F	0-5	6,15	1,75	3,68	5,43	68,50
	5-10	6,00	4,65	4,23	5,68	74,70
	10-30	5,75	3,10	3,87	5,22	74,16
G	0-5	6,00	1,20	4,11	6,00	68,38
	5-10	6,14	14,87	6,35	7,62	83,10
	10-30	6,75	8,40	6,15	7,30	84,29
H	0-5	6,77	47,00	9,90	12,28	80,67
	5-10	6,32	44,32	9,56	11,49	83,16
	10-30	5,51	38,10	10,61	12,49	85,12
I	0-5	6,00	2,35	4,61	8,36	55,10
	5-10	6,01	3,32	4,37	8,10	54,00
	10-30	5,90	2,85	5,41	9,12	58,88
J	0-5	7,33	8,42	10,15	11,58	87,57
	5-10	7,13	7,65	7,85	9,31	84,26
	10-30	6,85	2,67	6,92	8,42	82,18
K	0-5	5,95	14,15	5,79	7,41	77,99
	5-10	6,16	7,60	6,04	8,11	74,46
	10-30	5,83	3,80	6,70	8,94	74,97
L	0-5	6,70	9,60	4,00	5,17	76,86
	5-10	5,86	4,67	2,78	4,46	62,93
	10-30	5,09	1,87	1,74	3,77	46,45
M	0-5	7,19	17,22	5,53	6,17	89,46
	5-10	6,57	5,12	3,85	4,92	78,17
	10-30	6,38	5,00	3,48	4,73	73,56
N	0-5	6,55	1,07	6,15	8,53	71,88
	5-10	6,54	1,90	6,37	8,39	76,01
	10-30	6,70	2,70	6,00	7,79	77,44
O	0-5	6,75	9,75	4,28	4,78	89,12
	5-10	7,13	10,80	4,02	4,27	94,07
	10-30	7,00	3,10	3,95	4,40	90,81
P	0-5	6,50	16,20	3,72	3,98	93,48
	5-10	6,76	12,07	3,35	3,72	90,00
	10-30	6,80	4,27	2,98	3,28	91,35



Descrição dos arranjos: A – consócio: uma fileira de feijão (0,80 m x 0,50 m) entre duas fileiras de milho (1,60 m x 0,50 m), mais três fileiras de algodão (1,2 m x 0,50 m). Monocultivos: espaçamento de 1,0 m X 0,5 m para todas culturas; B: Consócio: uma fileira de feijão semeada com 0,40 m entre covas, a 1,0 m de duas fileiras de algodão (1,1 m x 0,4 m), mais uma fileira de gergelim e milho em covas alternadas com 0,80 m entre as covas e distante 1,10 m da fileira de algodão. Monocultivos: espaçamento de 1 m x 0,4 m para todas culturas; C: Consócio: quatro fileiras de milho e feijão semeados nas mesmas covas (1,0 m x 0,50 m) e quatro fileiras de algodão, à 1,0 m das fileiras de milho com feijão e 0,50 m entre covas. Monocultivos: espaçamento de 1 m x 0,5 m para todas culturas; D: consócio – uma fileira de milho com feijão em covas alternadas espaçadas em 1,0 m, mais uma fileira de algodão à uma distância de 1,20 m da fileira de milho com feijão com 0,50m entre plantas. Monocultivos: Espaçamento de 1,0 m x 0,50 m; E – consócio: uma fileira de milho com feijão em covas alternadas espaçadas em 0,4 m, mais duas fileiras de algodão no espaçamento de 1,10 m x 0,40 m, à uma distância de 0,90 m da fileira de milho com feijão; Monocultivos: Espaçamento de 1,0 m x 0,40 m para todas culturas. F – consócio: uma fileira de feijão, duas de algodão, mais uma de milho e outra de feijão, todas no espaçamento de 1,0 X 0,40 m; Monocultivos: espaçamento de 1,0 m X 0,40 m para todas culturas; G – consócio: uma fileira de feijão com milho em covas alternadas espaçadas em 1,0 m, mais três fileiras de algodão (1,0 m x 0,50 m), à uma distância de 0,90 m da fileira de milho com feijão. Monocultivos: espaçamento de 1,0 m x 0,50 m para todas culturas; H: consócio: quatro fileiras de algodão (1,10 m x 0,40 m), mais quatro fileiras de milho com feijão semeados nas mesmas covas (0,90 m x 0,40 m) a 1,10m do algodão. Monocultivos: espaçamento de 1,0 m X 0,40 m para todas culturas; I - consócio: duas fileiras de algodão (1,10 m x 0,50 m), uma fileira de milho à 1,0 m do algodão e uma fileira de feijão a 1,0 m do milho, ambos com 0,50 m entre covas. Monocultivos: espaçamento de 1,0 m x 0,50 m para todas culturas; J: consócio - uma fileira de milho mais uma de feijão (1,0 m x 0,40 m) mais duas fileiras de algodão (1,10 m X 0,40 m). Monocultivos: espaçamento de 1,0 m X 0,40 m para todas culturas. K: consócio - duas fileiras de milho, alternadas com duas fileiras de feijão e cinco de algodão (ambas 1,0 m x 0,50 m), distanciadas umas das outras em 1,0 m. Monocultivos – utilizou-se o mesmo espaçamento dos consórcios para os cultivos solteiros; L: consócio: quatro fileiras de algodão, alternadas com três fileiras de feijão e duas de milho (ambas 1,0 m x 0,40 m), distanciadas umas das outras em 1,0 m. Monocultivo: utilizou-se o mesmo espaçamento para os cultivos solteiros; M - quatro fileiras de milho, alternadas com cinco fileiras de feijão e seis de algodão (ambas no espaçamento de 1,0 m x 0,50 m, distanciadas umas das outras em 1,0 m); Monocultivo – utilizou-se o mesmo espaçamento para os cultivos solteiros; N – uma fileira de milho, alternada com três fileiras de algodão e duas fileiras de feijão (1,0 m x 0,40 m), distanciadas em 1,0 m umas das outras. Monocultivo: Utilizou-se o mesmo espaçamento para os cultivos solteiros; O: consócio–duas fileiras de feijão, oito fileiras de algodão, cinco fileiras de gergelim e duas de milho, todas no espaçamento de 1,0 m X 0,40 m e distanciadas umas das outras em 1,0 m. Monocultivos: Utilizou-se espaçamento de 1,0 m x 0,40 m para todas as culturas; P: consórcios - três fileiras de algodão, três de feijão e duas de milho (todas no espaçamento de 1,0 m x 0,50 m). Monocultivo: utilizou-se espaçamento de 1,0 m x 0,40 m para todas as culturas.

Figura 3 – Arranjos e composição dos consórcios adotados pelos agricultores (as) nos municípios de Choró, Massapê, Quixadá e Tauá no semiárido brasileiro.

As culturas que compuseram os consórcios agroecológicos foram: o algodão cultivar 7MH, derivada de híbrido ente o algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. raça latifolium Hutch.) e o arbóreo (*G. hirsutum* L. raça marie galante Hutch.), o gergelim (*Sesamum indicum*, L.) cultivar G4 e para o plantio do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e do milho (*Zea mays* L.) utilizaram-se sementes de variedades locais.

As sementeiras das culturas foram efetuadas em covas no mês de fevereiro de 2007, nos dias 14 e 13 nos arranjos A e B, respectivamente; 16 no arranjo C e 18 nos arranjos D e E; 17 e 18 nos arranjos F e G; 13 e 18 nos arranjos H e I, respectivamente; 16 nos arranjos K e L, 13 nos arranjos J e O, 18 no arranjo M, 12 no arranjo N e 11 no P.

Na condução das áreas de cultivo fez o preparo do solo, o enleiramento de restos culturais e a construção de cordões de pedra permanente em nível, capinas seletivas. A adubação constou da aplicação de biofertilizantes à base de esterco fresco, rapadura, água e outros componentes de origem animal (sangue + vísceras de animais domésticos), vegetal (folhas e ramos de plantas nativas trituradas e maceradas) e mineral (cinzas), fermentados durante 45 dias e aplicados nas fases vegetativa e reprodutiva das culturas, numa proporção de 1L de solução para cada 10 L de água. Esses produtos foram aplicados, na forma de suspensão, com pulverizadores costais, a intervalos de uma a duas semanas. Foram utilizadas ainda de técnicas de controle de pragas e doenças como catação e destruição dos botões florais e maçãs de algodão atacados pelo bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*), o uso de cultura armadilha - também denominado por "planta-isca" baseia-se no plantio (antecipado ou não) de uma espécie mais atrativa (gergelim- *Sesamum indicum*) para as pragas (mosca branca e pulgão) do algodoeiro. Esta espécie hospedeira é plantado nas fileiras marginais do campo, visando estimular a praga em preferir ou retardar a colonização definitiva no algodoeiro e estas pragas seriam controladas com produtos naturais; instalação de Tubo Mata Bicudo (TMB), contendo o feromônio "grandlure", antes da sementeira e após a colheita. Foram realizadas aplicações do extrato natural das folhas de nim (*Azadirachta indica*) a 3% (m/v), no controle alternativo da vaquinha (*Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuata*), presentes no feijão-de-corda, e da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), no milho; e o uso do agente de controle biológico *Trichogramma spp.* (para o controle de curuquerê, lagarta rosada e lagarta-das-maçãs)

A colheita dos grãos de feijão-de-corda e milho para avaliação ocorreu quando as plantas, as vagens e as espigas estavam secas. O gergelim foi colhido quando os frutos atingiram a maturidade e início da abertura das cápsulas. A colheita do algodão teve início quando 50% dos capulhos estavam abertos.

Nas parcelas foram avaliadas as plantas do estande final da área útil da parcela, desprezando-se as bordaduras, mensurando-se o número de covas, de plantas por cova, de covas falhadas, médio de plantas por cova e a produtividade de grãos/algodão em caroço ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). A partir desses dados foi possível calcular o índice de equivalência de área (IEA): $IEA = \sum PCC_i / PCM_i$; a contribuição relativa das culturas (CRC_i) ao IEA: $CRC_i = PRI_i \times 100 / IEA$ e a eficiência relativa parcial (ERP_i): $ERP_i = PRI_i / X\sigma$; em que PCC_i é a produtividade de cada uma das culturas em consórcio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$); PCM_i é a produtividade de cada uma das culturas no monocultivo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$); PRI_i - produtividades relativas individuais ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e $X\sigma$ é a proporção de cada uma das culturas componentes na população do consórcio (%). A Eficiência Relativa Parcial para cada cultura (ERP) é um índice que mostra o quanto a produtividade parcial representa em relação à proporção da população para cada cultura, o que quer dizer que índices superiores a 1,00 representam ganhos de eficiência para a cultura, quando do estabelecimento daquela combinação em consórcio.

Os dados obtidos referentes a produtividade foram submetidos à análise de variância (ONE-WAY ANOVA) para verificação da existência de diferenças significativas entre as médias dos diferentes níveis categórico (Arranjos) do tratamento (Consórcio Agroecológico) empregado; e em seguida comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software PAST. Os dados referentes ao IEA, a Contribuição Relativa da Cultura (CRC) e a Eficiência Relativa Parcial (ERP) não foram submetidos a análise de variância, sendo a sua eficiência comparada por meio de índices obtidos para os dois sistemas investigados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Vandermeer (1989), nas propriedades familiares estudadas, os diferentes arranjos utilizados classificam-se em: (1) cultivos mistos (arranjos C e H) - plantio simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área, sem organizá-las em fileiras distintas; (2) cultivos intercalares (arranjos A, B, D, E, F, G, I, J e N) - plantio simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área, com uma ou mais culturas plantadas em fileiras alternadas e (3) cultivos em faixas - cultivos em faixa (arranjos K, L, M, O e P.) - plantio simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área, em faixas diferentes, suficientemente amplas para permitir o manejo independente de cada cultura, mas bastante estreitas para possibilitar a interação entre elas. O número médio de plantas por covas das culturas, avaliadas 20 dias após a germinação, variou de 1,86 a 3,04 para o algodão; de 2 a 4 para o feijão; 2,15 a 4 para o milho e de 4 a 6 para o gergelim em consórcio; e nas culturas solteiras variou de 2 a 2,81 para o algodão; 1,27 a 3,42 para o feijão; 2 a 3,45 para o milho e de 4 a 5 para o gergelim (Tabela 2).

Observa-se na Tabela 3 que os arranjos que apresentaram índices de equivalência de áreas (IEAs) maiores que 1,0, foram: C e H; A, B, E, F, G, J e N; e O e P; e os que tiveram IEA menor que 1,0: D, I, K, L e M. Em todos os arranjos com valores de IEA superiores a 1,0 a população total combinada de plantas de cada arranjo foi superior a população individual de suas culturas componentes em sistema de cultivo solteiro, exceto o F. Nos arranjos com IEA inferior a 1,0; suas culturas componentes, em cultivo solteiro, apresentaram população de plantas maior do que a população total combinada.

Com relação a produtividade e aos índices de desempenho agrônômico das culturas em consorciação, analisando o desempenho do algodão; observa-se que os arranjos N e H, cultivo intercalar e misto, respectivamente, foram os que mais favoreceram a malvácea. Esses arranjos proporcionaram os maiores rendimentos do algodão em consórcio (482,85 e 533,65kg.ha⁻¹, arranjos H e N, respectivamente), maior contribuição relativa da cultura do algodão para o IEA total (CRCA) e, juntamente com o arranjo C e o M, foram os únicos que apresentaram valores para o índice de eficiência relativa parcial para a cultura (ERPA) maiores que 1,0. Os menores rendimentos e desempenhos insatisfatórios para o algodão foram verificados nos arranjos A, O e P (Tabelas 4 e 5).

O rendimento do feijão-caupi no arranjo B foi estatisticamente igual aos dos arranjos N e O, e superior aos demais. Com relação aos índices contribuição relativa da cultura do feijão para o IEA (CRCF) os arranjos D e F apresentaram as maiores contribuições, e a eficiência relativa parcial do feijão (ERPF) foi maior nos arranjos E e G. Para a cultura do

milho os arranjos C e H apresentaram os maiores rendimentos. Os arranjos C e P apresentaram a maior contribuição relativa da cultura do milho (CRCM) para o IEA e os arranjos P, B e C apresentaram os maiores ganhos parciais (ERPM) (Tabelas 4 e 5).

Verificou-se que os arranjos que apresentaram IEA maiores que 1,0 são dos diferentes tipos de consórcios adotados (cultivos mistos, intercalares e em faixas), indicando que em todos os tipos de sistemas utilizados houve melhor aproveitamento dos recursos ambientais, quando comparados ao cultivo solteiro; havendo diferenças apenas quanto aos arranjos, decorrente das combinações dos sistemas de cultivo e do estande final das populações de plantas. A variabilidade no número médio de plantas por covas se deu provavelmente devido à baixa viabilidade das sementes utilizadas e/ou ao excesso de água; uma vez que em fevereiro, mês da semeadura, ocorreram as maiores precipitações nos municípios estudados. Segundo Tao (1981) dentre as sementes mais sensíveis ao excesso de água, destacam-se as leguminosas, soja, feijão e amendoim, além de algodão, sorgo e sementes pequenas de gramíneas forrageiras (TOLEDO E PEDREIRA, 1984).

Os arranjos que apresentaram população total combinada superior a população individual de cada cultura em monocultivo, apresentaram valores de IEA superiores a 1,0 (Tabela 2), o que, de acordo com Vieira (1989), mostra a relação positiva do efeito da consorciação, através de uma maior produção física por hectare explorado. Segundo AZEVEDO et al (2001) em sistema de consorciação de culturas, a população total combinada (somatório das populações das culturas componentes do sistema) deve ser mais elevada que a população individual ótima de cada cultura em cultivo solteiro.

O maior desempenho agrônômico e as maiores produtividades do algodão em consórcio nos arranjos H ($482,85\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e N ($533,65\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e os maiores rendimento da cultura do milho em consórcio nos arranjos C ($354,00\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e H ($315,83\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), podem ser explicados por uma relação ecológica benéfica ao algodão e ao milho em detrimento ao feijão-de-corda, devido ao maior aproveitamento do nitrogênio proveniente da fixação biológica; uma vez que nesses arranjos a leguminosa teve maior participação na população total do consórcio (Tabelas 4 e 5).

Houve diferença na produtividade do feijoeiro entres os arranjos N ($282,88\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e H ($202,18\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), com mesma população de plantas de algodão ($25.000\text{planta}\cdot\text{ha}^{-1}$), porém com diferentes populações de plantas de milho. No arranjo N, cultivo em fileiras alternadas, com uma população de plantas de feijão ($16.667\text{plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) o dobro da população do milho ($8.333667\text{plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$), proporcionou maior rendimento para a leguminosa, o qual não diferiu estatisticamente da maior produtividade obtida em consórcio ($336,62\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, no arranjo B)

(Tabelas 3 e 4), indicado que o algodão com essa população não afetou o rendimento da leguminosa e mostrando uma forte competição exercida pelo milho. Costa & Marinho (2000) concluíram que, para o Acre, o ideal para o consórcio milho-feijão seria o plantio em fileiras alternadas com três fileiras de feijão ou de feijão-caupi para uma fileira de milho.

Nos arranjos C e H, os quais apresentaram as maiores produtividades para o milho em consórcio; o rendimento da cultura do feijão-caupi foi afetado (Tabela 4), o que provavelmente foi devido as maiores populações de plantas do milho desses arranjos e a semeadura da gramínea na mesma cova do feijão, que resultaram em maior sombreamento da leguminosa proporcionado pelo milho (cultura de maior porte) e maior competição por água e outros recursos do meio. Costa e Silva (2008) afirmam que o feijoeiro é prejudicado quando cultivado sob plantas de milho devido, principalmente, à absorção de uma pequena quantidade de comprimentos de onda fotossinteticamente ativos, visto que os principais comprimentos de onda responsáveis pela fotossíntese são absorvidos pelo milho. Ainda de acordo com Legwaila et al. (2012), as plantas de milho no consórcio sombreiam o feijão-caupi, reduzindo a quantidade de luz necessária para estimular a produção de flores, apresentado efeito na produtividade de grãos do caupi.

Os resultados encontrados nesse estudo estão de acordo com Hamd Alla et al. (2014) que observaram maior produtividade de grãos do milho em consórcio com feijão-caupi, quando comparado ao cultivo solteiro. Santos et al., (2016) estudando o desempenho agrônomico de milho consorciado com feijão caupi em diferentes populações e arranjos de plantas, obtiveram maiores produtividades para o milho no consórcio milho e feijão-de corda na mesma cova em relação aos outros arranjos com mesma população de milho. Com relação aos efeitos negativos do consórcio milho-filho sobre a cultura do feijão; YILMAZ et al. (2007) observaram redução na produtividade de grãos do feijão-caupi, em várias combinações com milho. A redução da produtividade do feijão, quando consorciado com o milho, ficou em torno de 71,2%, em trabalho realizado por Costa & Silva (2008), e foi superior a 60%, em experimento conduzido por Maciel et al. (2004).

Os ganhos agrônomicos da cultura do algodão obtidos nos arranjos H e N, podem ser visualizados analisando-se os índices de CRC, que mostram a participação de cada cultura no IEA (Tabela 5). Verifica-se, no caso do arranjo H, cuja participação da cultura do algodão na população total é de 38%, que essa cultura contribui com 40,82% para obtenção do IEA; e as culturas do feijão e do milho com 32 e 30% de participação, contribuem com 33,74 e 26%, respectivamente. No arranjo N, o algodão com 50% de participação na população total, contribui com 46,51% para o IEA; e as culturas do feijão e do milho com 33 e 17% de

participação na população total, contribuem em 43,09 e 10,40%, respectivamente. Os ganhos podem ser visto também na análise dos índices de eficiência parcial (ERPAs), que mostra que no caso do algodão só existe ganho efetivo nos arranjos C, H e N e no arranjo M, pois são os únicos arranjos em que os PRIAs (produtividades relativas individuais) são maiores que as proporções do número de plantas, indicando, então, um ganho agrônômico para o algodão quando em consórcio com o milho e o feijão nesses arranjos (Tabela 5).

Os arranjos E e G apresentaram a maior participação da população de plantas de algodão (30.303 e 30.000 plantas.ha⁻¹) nos consórcios (Tabela 3), entretanto, as suas produtividades foram estatisticamente menores que a dos arranjos H e N (Tabela 4) e não houve ganho agrônômico para a cultura do algodão quando nesses arranjos, os quais apresentaram ERPA menores que 1,0, o que indica que não houve vantagem parcial em termos de produtividade para o algodão nesses arranjos, e menores CRCA em relação aos arranjos H e N (Tabelas 4 e 5). O arranjo F, com uma população de algodão de 20.000 plantas.ha⁻¹, também teve menor produtividade e não apresentou ganhos para o algodão. Verifica-se, no arranjo E, cuja participação da cultura do algodão na população total é de 62%, que essa cultura contribui apenas com 33,69% para obtenção do IEA; enquanto que as culturas do feijão e do milho apesar de terem somente 18 e 20%, contribuem com 44,96 e 21,34%, respectivamente. No arranjo G, o algodão compondo 69% da população total, contribui com 31,94% para o IEA; as culturas do feijão e do milho com apenas 15 e 16% de participação na população total, contribuem em 51,37 e 17,11%, respectivamente. No F, o algodão ocupando 45% da população total, contribui com 32,97% para o IEA; já as culturas do feijão e do milho com 33 e 22% de participação na população total, contribuem em 54,11 e 12,93%, respectivamente (Tabela 5). No arranjo A, o menor rendimento em fibra do algodão em consórcio pode ter sofrido influência do espaçamento utilizado (1,20m x 0,40m) e do menor número de plantas por covas (1,86); que diminuíram a densidade de plantas/parcela, o que possivelmente expressou efeito negativo sobre o rendimento em fibra.

Apesar do arranjo D ter apresentado a maior contribuição relativa da cultura do feijão para o IEA (CRCF), e os arranjos E e G os maiores ganhos parciais (ERPF) (Tabela 5); a menor população do feijão nesses arranjos provavelmente refletiu na baixa produtividade da leguminosa (Tabela 3). No arranjo G a cultura do feijão apresentou a menor participação na população total do consórcio entre os arranjos estudados (Tabela 3).

No arranjo B, o qual apresentou o maior rendimento para cultura do feijão em consórcio, não diferindo apenas dos arranjos N e O; a cultura do milho em consórcio teve a menor produtividade (Tabelas 4), o que se deu provavelmente em razão desse arranjo ter

apresentado a menor participação da gramínea na população total entre todos os arranjos estudados (Tabela 3). Esses resultados estão de acordo com os de Costa e Marinho (2000) que estudando o consórcio do milho com feijão em diferentes arranjos, verificaram que o arranjo com a maior população do milho e menor para o feijão, proporcionou o maior rendimento para a gramínea e menor para a leguminosa. Esses autores constataram ainda que a produtividade do milho sofreu um decréscimo linear em função da diminuição do número de plantas nos diferentes arranjos estudados.

O gergelim apresentou bons índices de desempenho agrônômico nos dois arranjos (B e O) em que foi componente; a maior produtividade (341,50kg.ha⁻¹) foi obtida no arranjo O; sendo essa produtividade igual a produtividade do gergelim em cultivo solteiro (Tabelas 4 e 5). A produtividade obtida nesse arranjo foi inferior à encontrada por Pereira et al. (2002), avaliando uso da adubação orgânica no gergelim no Seridó Paraibano. Os referidos autores conseguiram uma produtividade média de grãos de 757 kg.ha⁻¹. Perin et al. (2010), obtiveram uma produtividade média de 842,43 kg/há⁻¹. Há de se ressaltar que essas produtividades foram obtidas em cultivo solteiro e com adubação química no caso do estudo dos últimos autores citados.

O arranjo O foi também o que apresentou maior IEA. Esses resultados podem ser explicados pela maior diversificação desse arranjo em relação aos demais e pela maior quantidade de fileiras e o menor espaçamento utilizados no arranjo O em relação ao arranjo B, os quais contribuíram para uma maior proporção e um maior número de plantas do gergelim neste consórcio, resultando em um maior estande final (29.400plantas.ha⁻¹), o que certamente aumentou a sua competitividade; bem como pelas características de baixa exigência hídrica, rusticidade e fácil cultivo do gergelim em relação às culturas utilizadas. A cultura do gergelim é, em geral, resistente à seca e apta para o cultivo em zonas áridas e semiáridas e em épocas de precipitação escassa (PASCHOLATI & WOOLF, 2005).

Contudo esses arranjos, com uma população de plantas de algodão de 22.727 (arranjo B) e 23.529 (arranjo O), apresentaram baixos rendimentos para o algodão. Estando esses resultados em acordo com Silva et al. (2013) que estudando o crescimento e produção de cultivares de algodão herbáceo consorciados no cariri cearense, verificaram que quando o algodão foi intercalado com o gergelim, a produção de algodão em rama foi reduzida para cerca 54%.

A população de plantas dos arranjos H e N (25.000plantas.ha⁻¹) é intermediária as dos arranjos F (20.000plantas.ha⁻¹) e G (30.000plantas.ha⁻¹), nos quais os rendimentos e desempenho agrônômico do algodão foram inferiores; indicando ser essa a população de

plantas ótima para o algodão em consórcio e o número de duas plantas por cova o ideal, nas condições estudada. Segundo Beltrão (1999), apud: (Azevedo et al 1994b e Nóbrega et al, 1994) relatou que pouca disponibilidade de água, o mais elevado rendimento de algodão, cultivado em condições de sequeiro, foi obtido pela população de 25.000 plantas por hectare.

Considerando-se apenas as produções de algodão e feijão pode-se inferir que o arranjo N foi o melhor e, apenas a produção de algodão e milho o melhor arranjo foi o H. Porém há de se observar que nos sistemas agroecológicos a diversidade é fundamental para ser ter um equilíbrio entre os fatores determinantes da produção. Por isso, além de se medir o rendimento, deve-se avaliar outros índices que auxiliem na escolha do melhor arranjo no consórcio, pois o consórcio agrega vantagens ambientais, sociais e econômicas à agricultura. O índice de equivalência de área (IEA), pode auxiliar na escolha do sistema de cultivo e no arranjo das culturas. A maioria dos diferentes arranjos utilizados pelos agricultores tiveram vantagem biológica em relação aos cultivos solteiros, pois os índices de equivalência de área foram superiores a 1,0; com eficiências de 5,5; 13; 14; 16; 28; 30; 43; 44; 45; 57 e 60% para os arranjos C, P, A, N, F, H, G, B, E, J e O, respectivamente. Outrossim, os arranjos B e O têm em comum a utilização da cultura do gergelim como componente dos consórcios do algodão, feijão e milho, aumentando a diversificação da dieta alimentar, a renda do agricultor e a redução dos riscos causados por adversidades climáticas.

As produtividades do algodão nos arranjos H e N e do feijão nos arranjos H e N B, O, N, e J; foram maiores do que as produtividades médias dessas culturas Estado do Ceará, que segundo a CONAB (2017), foram de 221 e 500kg ha⁻¹ na safra 2006/2007, para o algodão e feijão, respectivamente. Para a cultura do milho em consórcio a produtividade em todos os arranjos foi inferior à média do Estado a qual foi de 1.159kg.ha⁻¹ (ALVES & AMARAL, 2011).

Embora satisfatórios para uma produção em consórcio, os resultados obtidos nos arranjos H e N, foram inferiores aos atingidos pelo algodão em sistema de cultivo solteiro e aos dados observados por Otutumi et al. (2004) para o algodão em consórcios agroecológicos no município de Tauá em 2000, que alcançaram a produtividade média de 807kg.ha⁻¹. Esses resultados podem ser explicados pela maior população de plantas nos cultivos solteiros em relação aos consórcios, e pelas condições climáticas, no ano de 2007.

Segundo Rosolem (2007), a exigência de água para altas produtividades é baixa até o aparecimento dos primeiros botões florais, normalmente menos que 2,0mm por dia. A partir daí há um rápido aumento, chegando a mais de 8,0mm por dia na fase de pleno florescimento. Esta fase de alta exigência demora de 60 a 100 dias. A cultivar Algodão 7MH, utilizada nos

consórcios, apresenta ciclo de 120 a 130 dias, logo, a fase de maior demanda hídrica coincidiu com o veranico ocorrido no mês de maio, tendo em vista que o plantio foi realizado em fevereiro; nesse mês a média diária foi de 0,6; 2,72; 1,05 e 0,44mm, nos municípios de Choró, Massapê, Quixadá e Tauá, respectivamente. Nos meses seguintes a precipitação média diária foi inferior a 5mm; portanto, não sendo suficiente para suprir as exigências da cultura.

Conforme as séries históricas (Figuras 2) os meses de janeiro a junho constituem o período mais chuvoso, totalizando aproximadamente 180 dias. De acordo com as séries de cada município, o acumulado para esse período foi de 696,3; 902,09; 478,21 e 555,46mm, nos municípios de Choró, Massapê, Quixadá e Tauá, respectivamente. Enquanto no ano de 2007, nesse mesmo período, o acúmulo foi de 459,6; 698,65; 478,20 e 373,81mm, municípios de Choró, Massapê, Quixadá e Tauá, respectivamente. No mês de maio ocorreram 3; 6; 5 e 3 dias de chuva, totalizando 17,6; 81,65; 31,65 e 13,24mm, nos municípios de Choró, Massapê, Quixadá e Tauá, respectivamente (FUNCEME).

Segundo levantamento efetuado por Biudes (2005), e cujos dados motivaram a realização do zoneamento agrícola, a região Nordeste é a de maior incidência de sinistros. Na safra 1991/92, 87% de suas lavouras tiveram taxas de risco entre 30,19% e 68,85%. Na safra de verão 1992/93, 77% de duas lavouras tiveram os índices entre 31,98% e 86,79%. Até mesmo lavouras consorciadas apresentaram sinistros elevados.

A exemplo do algodão, as produtividades do feijão e do milho consorciados, em todos os arranjos, foram inferiores aos rendimentos dessas culturas em cultivo solteiro. Contudo o desempenho sobretudo o do feijão que atingiu produtividade maior do que a média estadual, é aceitável, tendo em vista as maiores populações de plantas dessas culturas nos cultivos solteiros. Outrossim, em estudo realizado por Andrade Júnior et al. (2002), visando subsidiar modelos de estimativa de riscos climáticos, observaram que no consórcio, houve maior demanda evapotranspirativa em relação ao cultivo solteiro; o que no ano do cultivo resultou em desvantagem para as culturas consorciadas dado o veranico ocorrido (Figuras 2).

O feijão-caupi é considerado uma espécie altamente resistente à seca, principalmente as cultivares enramadoras, embora varie, de cultivar para cultivar, o número de dias que a planta tolera um estresse de água (SUMMERFIELD et al., 1985; OLIVEIRA et al., 1988); apresenta tolerância excelente para as condições de baixa disponibilidade de água nos solos e altas temperaturas, características da região semiárida. Porém, não se pode deixar faltar água para o feijão-caupi em dois períodos críticos: o período que antecede a floração e o período de enchimento dos grãos (FERREIRA, 2007).

O período de escassez de água, veranico no mês de maio (Figuras 2), coincidiu com o

período crítico ao déficit hídrico para o feijão, que vai da pré-floração ao início do enchimento de grãos (MORIZET e TOGOLA, 1984), e para o milho que foi na fase de florescimento. Segundo Shaw apud Kasele et al. (1994), o milho é relativamente tolerante ao déficit hídrico durante a fase vegetativa, porém demonstra extrema sensibilidade com decréscimo no rendimento de grãos se o déficit hídrico ocorrer na fase de florescimento e enchimento de grãos. Portanto, o déficit hídrico e as menores proporções do milho nos arranjos refletiram-se nas baixas produtividades em relação aos cultivos solteiros e a média estadual.

Tabela 2. Número média de plantas por covas das culturas do algodão, feijão, milho e gergelim, 20 dias após germinação, no sistema de cultivo consorciado e solteiro. Fortaleza-CE, 2007.

Municípios	Arranjos	Cultivo Consorciado				Cultivo Solteiro			
		Algodão	Feijão	Milho	Gergelim	Algodão	Feijão	Milho	Gergelim
Choró	A	1,86	2,88	2,33	-	2,25	3,42	2,40	-
Choró	B	2,45	2,61	2,25	4	2,23	2,23	2,08	4
Choró	C	2	2,30	3	-	2	2,5	3,08	-
Choró	D	1,49	2,75	2,30	-	2	2,13	3	-
Choró	E	2,31	2,31	3	-	2	1,27	3	-
Quixadá	F	2,53	2,30	3	-	2,81	2,66	3	-
Quixadá	G	3	3	3	-	3	2	3	-
Massapê	H	2,15	2	2	-	2	2	2	-
Massapê	I	2	3	3	-	2	2,3	3	-
Tauá	J	2	2,71	3	-	2	2	3	-
Tauá	K	3,04	3	3	-	2,31	3	3	-
Tauá	L	2	2,66	3	-	2	3	3	-
Tauá	M	3	3	3	-	3	3	3	-
Tauá	N	2	3	2,15	-	2	3	2	-
Tauá	O	2	4	3	6	2	2	3	5
Tauá	P	3	3	4	-	2,35	3	3,45	-

Tabela 3. Estande final da população de plantas de algodão, feijão, milho e gergelim no sistema de cultivo consorciado e solteiro, e Índice de Equivalência de Área (IEA). Fortaleza-CE, 2007.

Municípios	Arranjos	População ha ⁻¹ Consórcio					População ha ⁻¹ Solteiro				IEA
		Algodão	Feijão	Milho	Gergelim	Total	Algodão	Feijão	Milho	Gergelim	
Choró	A	19.047	8.720	7.143	-	34.910	20.800	20.972	24.231	-	1,14
Choró	B	22.727	12.500	5.842	7.142	48.211	44.184	40.611	33.069	46.250	1,44
Choró	C	17.778	22.222	19.901	-	59.901	37.752	44.107	33.846	-	1,05
Choró	D	16.667	9.520	7.052	-	33.239	24.196	27.411	34.464	-	0,84
Choró	E	30.303	8.875	9.792	-	48.970	41.563	19.233	44.965	-	1,45
Quixadá	F	20.000	14.464	10.000	-	44.464	48.096	41.190	48.690	-	1,28
Quixadá	G	30.000	6.543	6.702	-	43.245	39.792	22.857	29.167	-	1,43
Massapê	H	25.000	20.691	19.343	-	65.034	45.200	35.600	34.200	-	1,30
Massapê	I	18.182	10.000	8.398	-	36.580	37.056	26.471	36.683	-	0,90
Tauá	J	22.410	14.750	12.500	-	49.660	46.900	36.923	34.963	-	1,57
Tauá	K	20.890	10.210	8.890	-	39.990	34.333	46.167	34.500	-	0,98
Tauá	L	18.000	13.300	11.900	-	43.200	40.660	45.992	43.594	-	0,94
Tauá	M	17.143	14.129	11.429	-	42.701	37.643	38.019	43.656	-	0,90
Tauá	N	25.000	16.667	8.333	-	50.000	46.250	47.325	44.342	-	1,16
Tauá	O	23.529	11.765	7.924	29.400	72.618	49.737	39.662	49.702	66.647	1,60
Tauá	P	21.340	15.000	11.450	-	47.790	38.583	44.875	35.696	-	1,13

Tabela 4. Resultados do teste de comparação de médias para produtividade do algodão, feijão, milho e gergelim no sistema de cultivo consorciado e solteiro, e índice de equivalência de área. Fortaleza-CE, 2007.

Arranjos	Produtividade (kg.ha ⁻¹)								IEA
	Algodão		Feijão		Milho		Gergelim		
	Solteiro	Consoiciado	Solteiro	Consoiciado	Solteiro	Consoiciado	Solteiro	Consoiciado	
A	208,00	64,50g	273,50	161,00cdef	447,00	108,00e	-	-	1,14
B	650,20	296,06c	677,78	336,62a	384,33	81,14e	392,50	109,65b	1,44
C	939,00	289,00cd	935,38	210,00cd	685,00	354,00a	-	-	1,05
D	804,00	108,80f	274,77	152,44def	625,00	98,00e	-	-	0,84
E	850,00	415,48b	211,65	138,06ef	381,94	118,26cde	-	-	1,45
F	872,62	368,68b	247,62	171,71cdef	961,90	159,82c	-	-	1,28
G	912,28	416,55b	152,38	111,93f	437,50	107,02e	-	-	1,43
H	910,00	482,85a	461,00	202,18cd	934,50	315,83a	-	-	1,30
I	611,76	233,40de	488,77	199,71cd	832,05	96,14e	-	-	0,90
J	680,00	295,00c	325,00	230,00bc	407,40	173,00bc	-	-	1,57
K	794,16	285,26cd	600,00	188,16cde	282,08	87,89e	-	-	0,98
L	710,07	172,46ef	376,98	138,04ef	621,48	206,52bc	-	-	0,94
M	278,24	138,42f	541,40	133,93ef	981,05	159,65cd	-	-	0,90
N	987,25	533,65a	564,91	282,88ab	873,25	105,58e	-	-	1,16
O	1134,40	222,72e	1050,00	295,00ab	907,74	108,32cde	340,00	341,50a	1,60
P	904,17	235,00de	756,00	139,00ef	325,89	223,33b	-	-	1,13

¹Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%. IEA = Índice de Equivalência de Área.

Tabela 5. Índices agronômicos dos sistemas de consórcios agroecológicos, envolvendo as culturas do algodão, feijão, milho e gergelim.

Arranjos	Algodão			Feijão			Milho			Gergelim			IEA
	PRIA	ERPA	CRCA(%)	PRIF	ERPF	CRCF(%)	PRIM	ERPM	CRCM(%)	PRIG	ERPG	CRCG(%)	
A	0,31	0,57	27,18	0,59	2,36	51,64	0,24	1,18	21,18	-	-	-	1,14
B	0,46	0,96	31,56	0,50	1,92	34,44	0,21	1,74	14,64	0,28	1,89	19,40	1,44
C	0,31	1,04	29,34	0,22	0,61	21,40	0,52	1,56	49,26	-	-	-	1,05
D	0,14	0,27	16,11	0,55	1,94	66,05	0,16	0,74	18,67	-	-	-	0,84
E	0,49	0,79	33,69	0,65	3,60	44,96	0,31	1,55	21,34	-	-	-	1,45
F	0,42	0,94	32,97	0,69	2,13	54,11	0,17	0,74	12,93	-	-	-	1,28
G	0,46	0,66	31,94	0,73	4,85	51,37	0,24	1,58	17,11	-	-	-	1,43
H	0,53	1,38	40,82	0,44	1,38	33,74	0,34	1,14	26,00	-	-	-	1,30
I	0,38	0,77	42,39	0,41	1,49	45,40	0,12	0,50	12,84	-	-	-	0,90
J	0,43	0,96	27,70	0,71	2,38	45,19	0,42	1,68	27,11	-	-	-	1,57
K	0,36	0,69	36,49	0,31	1,23	31,86	0,31	1,40	31,65	-	-	-	0,98
L	0,24	0,58	25,80	0,37	1,19	38,90	0,33	1,20	35,30	-	-	-	0,94
M	0,50	1,24	55,28	0,25	0,75	27,49	0,16	0,61	18,08	-	-	-	0,90
N	0,54	1,08	46,51	0,50	1,50	43,09	0,12	0,73	10,40	-	-	-	1,16
O	0,20	0,60	12,26	0,28	1,73	17,55	0,12	1,09	7,45	1,00	2,48	62,74	1,60
P	0,26	0,58	23,02	0,18	0,58	16,28	0,69	2,86	60,70	-	-	-	1,13

PRIA = Produtividade Relativa Individual do Algodão, ERPA = Eficiência Relativa Parcial do Algodão, CRCA = Contribuição Relativa da Cultura do Algodão, PRIF = Produtividade Relativa Individual do Feijão-de-corda, ERPF = Eficiência Relativa Parcial do Feijão-de-corda, CRCF = Contribuição Relativa da Cultura do Feijão-de-corda, PRIM = Produtividade Relativa Individual do Milho, ERPM = Eficiência Relativa Parcial do Milho, CRCM = Contribuição Relativa da Cultura do Milho, PRIG = Produtividade Relativa Individual do Gergelim, ERPG = Eficiência Relativa Parcial do Gergelim, CRCG = Contribuição Relativa da Cultura do Gergelim, IEA = Índice de Equivalência de Área.

CONCLUSÕES

A irregularidade da estação chuvosa tornou a água fator limitante para a produção das culturas, afetando substancialmente as culturas do algodão e do milho em consórcio;

A eficiência no uso da terra nos consórcios entre o algodão e o feijão, milho e gergelim, é obtida quando a população total combinada é maior do que a população individual de cada cultura em cultivo solteiro;

Para as produções de algodão e feijão o arranjo N foi o melhor;

Para as produções de algodão e milho o melhor arranjo foi o H;

A produtividade do feijão-caupi é reduzida quando consorciada com milho semeadas nas mesmas covas;

O arranjo O é o melhor arranjo para a cultura do gergelim em consórcio com o algodão, feijão e milho.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P.; CORDEIRO, A. **Semente da paixão: estratégia comunitária de conservação de variedades locais no semi-árido**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002, 72p.
- ALVES, H. C. R.; AMARAL, R. F. Produção, área colhida e produtividade do milho no nordeste. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2011. 9p. **Informe Rural Etene**, 16.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; MELO, F. de B.; MASCHIO, R.; RIBEIRO, V. Q.; MORAIS, E. L. da C. Índice de satisfação da necessidade de água da mamoneira em monocultivo e consorciada com feijão-caupi. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA**, 3. 2002.
- ARAÚJO, A. C.; BELTRAO, N. E. de M. ; BRUNO, G. B.; MORAIS, M. S. Cultivares, épocas de plantio e componentes da produção no consórcio de algodão e amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 357/2-363, 2006.
- AZEVEDO, D. M. P.; NÓBREGA, L. B.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Manejo cultural. In: **O agronegócio da mamona no Brasil**. AZEVEDO, D. M. e LIMA, E.F. (Ed.). EMBRAPA algodão (Campina Grande – Paraíba) – Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. p. 121-160.
- AZEVEDO, D. M. P.; SANTOS, J. W.; DIAS, J. M.; JERÔNIMO, J. F. Efeitos da densidade de plantio na produção e nas características da fibra de genótipos de algodoeiro herbáceo, no Sudoeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 7, n. 1, p. 665-672, 2003.
- AZEVEDO, D.M.P. de; BELTRAO, N.E. de M.; VIEIRA, D.J., NÓBREGA, L.B. da. **Estudo sobre o consórcio algodoeiro arbóreo precoce/ milho com particular ênfase a população de plantas**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1997. (Embrapa-CNPA. Comunicado Técnico).
- AZEVEDO, D.M.P. de; VIEIRA, D.J.; BELTRAO, N.E. de M.; NÓBREGA, L.B. da. **Estudo sobre o consórcio algodoeiro arbóreo precoce x feijão vigna com ênfase a população de plantas**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1997(Embrapa-CNPA. Comunicado Técnico, 51).
- AZEVEDO, D.M.P. et al Consórcio algodão-feijão vigna. I. Efeito de modalidades de arranjos de fileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.7, p.813-822, 1993.
- BEDNARZ, C. W.; SHURLEY, W. D.; ANTHONY, W. S; NICHOLS, R. L. Yield, quality, and profitability of cotton produced at varying plant densities. **Agronomy Journal**, v. 97, p. 235-240, 2005.
- BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Empresa de Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 78p

BELTRÃO, N.E. de M. et al. Nova modalidade de consórcio para o Nordeste do Brasil, envolvendo algodoeiro herbáceo e o feijão caupi. Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1984. 10p.(EMBRAPA - CNPA, **Comunicado Técnico**, 25).

BEZERRA NETO, F.; ROBICHAUX, R. H. Spatial arrangement and density effects on an annual cotton/cowpea/maize intercrop. I. Agronomic efficiency. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.31, n.10, p.729-741, 1996.

BEZERRA, A. P. A.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A. F.; VIDAL NETO, F. C. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, p.104- 108, 2007.

BIUDES, F. **Tecnologias de informação e novos usos do território brasileiro: uma análise a partir do zoneamento agrícola de riscos climáticos para a soja**. 2005. 174p. Dissertação de Mestrado. Campinas. UNICAMP.

CONAB, Série histórica de grãos – Safra 1976/77 a 2016/1017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252>>. Acesso em 15 de junho de 2017.

COSTA, A. S. V. da; SILVA, M. B. da. Sistemas de consórcio milho-feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 663-667, 2008.

COSTA, J. G.; MARINHO, J. T. S. Efeito de diferentes arranjos no consórcio milho-feijão e milho-caupi no Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 3, p. 363-368, 2000.

CRUSCIOL, C. A. C. et al. An innovative crop-forage intercrop system: early cycle soybean cultivars and palisadegrass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 104, n. 4, p. 1085-1095, 2012.

DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, p. 272-274, 1960.

FERREIRA, V. M. **Definição de parâmetros para estimativa de risco climático no consórcio milho x feijão-caupi**. 2007. 95 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Piauí, Teresina.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Universidade, UFRGS, 2000. 653p.

HAMD ALLA, W. A.; SHALABY, E. M.; DAWOOD, R. A.; ZOHRY, A. A. Effect of Cowpea (*Vigna sinensis* L.) with Maize (*Zea mays* L.) Intercropping on Yield and Its Components. **International Journal of Biological Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering**, v. 8, n. 11, p. 1240 - 1246, 2014.

HOLLIDAY, O.J. **Para sistematizar experiências**. tradução de: Maria Viviana V. Resende. 2. ed. Brasília: MMA, 2006. 128 p.

KASELE, I.N.; NYIRENDA, F.; SHANAHAN, F.J. et al. Ethephon alters corn growth, water use, and grain yield under drought stress. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, p.283288, 1994.

KHAN, M.B.; AKHTAR, M.; KHALIQ, A. Some competition functions and economics of different cotton based intercropping systems. **International Journal of Agriculture and Biology**. v.3 n.4, p.428-431, 2001.

LEGWAILA, G. M.; MAROKAN, T. K.; MOJEREMANE, W. Effects of Intercropping on the Performance of Maize and Cowpeas in Botswana. **International Journal of Agriculture and Forestry**. v. 2, p. 307 - 310, 2012.

LIMA, P. J. B. F.; OLIVEIRA, T. S.; ARAÚJO, L. H. A. P& D de propostas agroecológicas para o algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), com agricultores familiares do semi-árido cearense - resultados preliminares. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO**, 1997, Fortaleza-CE Algodão Irrigado: anais... Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. p. 8-11.

MACIEL, A. D. et al. Comportamento do feijoeiro em cultivo consorciado com milho em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 273-278, 2004.

MORIZET, J.; TOGOLA, D. Effect et arrière-effect de la sécheresse sur la croissance de plusieurs génotypes de maïs. In: **CONFERENCE INTERNATIONALE DES IRRIGATIONS ET DU DRAINAGE**, 1984, Versailles. Les besoins en eau des cultures. Paris : INRA, 1984. p.351-360.

OLIVEIRA, I. P. de; CARVALHO, A.M. de. A cultura do caupi nas condições de clima e de solo dos trópicos úmido e semi-árido do Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P. de (Org). **O caupi no Brasil**. IITA/ EMBRAPA. Brasília, DF. 1988. 722p.

OTUTUMI, A.T.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S.; LIMA, P.J.B.F. Qualidade do Solo em Sistemas de Cultivo Agroecológicos no Município de Tauá – CE. In: OLIVEIRA, T. S. (coord.) **Solo e Água: aspectos de uso e manejo com ênfase no semi-árido nordestino**. Fortaleza, Departamento de Ciências do Solo, UFC, 2004. p.1-30.

PASCHOLATI, S. F.; WULFF, N. A. Doenças do gergelim (Cindissem). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J. A. M; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.379-384.

PEREIRA, R.P.; BELTRÃO, N. E.M; ARRIEL, H.C. A. ; SILVA, E.S.B. Adubação orgânica do gergelim no Seridó Paraibano. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.6, n.3, p.599-608, 2002.

PERIN, A.; CRUVINEL, J.D.; SILVA, W.J. Desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n.1, p.93-98, 2010.

REIS, W. P.; RAMALHO, M. A. P.; CRUZ, J. C. Arranjos e populações do feijoeiro na consorciação com o milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.5, p.575-584, 1985.

RIVA, F. R. **Cadeia-Rede do Algodão Agroecológico Justa Trama: Características e Ações Empreendedoras**. Fundação Universidade Federal de Rondônia, 2011. Dissertação (Mestrado em Administração). Porto Velho: UNIR, 2011, 83p.

ROSOLEM, C. A. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Algodão no cerrado do Brasil**. ABRAPA. Brasília. 2007. 918p.

SANTOS, M. A.; BATISTA, P. S. C.; LOPES, M. F.; SILVA, M. G. de M.; BERTO, A. L. F.; Desempenho agrônomico de milho consorciado com feijão de corda em diferentes populações e arranjos de plantas no semiárido mineiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 3, p. 201-208, julho-setembro, 2016.

SILVA, A. V.; MIGLIORANZA, É. SEJIYAMAOKA, R.; MARUR, C. J.; ALMEIDA, W. P. de. Efeito dos espaçamentos super adensado, adensado e convencional e densidades de semeadura na linha sobre as características agrônomicas do algodoeiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO**, 3., 2001, Campo Grande. Anais... Campina Grande: EMBRAPA-CNPQ, 2001a. p. 644-646.

SILVA, F.P. da. et al. Produtividade do algodão herbáceo influenciada pelos consórcios com caupi, sorgo, gergelim e milho. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.21, n.1/2. p.65-74, 1990.

SILVA, G. S.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, M. N. B.; NASCIMENTO, B. L. M.; BEZERRA, M. A. F.; COSTA, J. S.; ARAÚJO, L. M. Crescimento e Produção de Cultivares de Algodão Herbáceo Consorciados no Cariri Cearense. **ACSA - AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, V. 9, n. 3, p. 104 - 109, jul - set, 2013.

SUMMERFIELD, R. J.; PATE, J. S.; ROBERTS, E. H.; WIEN, H. C. The physiology of cowpea. In: SINGH, S. R. & RACHIE, K. O., Eds. **Cowpea research, production and utilization**. Chichester, John Wiley, 1985. P.66-101.

TAO, K.J. Physiological rupture of soybean hypocotyls in germination and vigor tests. **Journal of Seed Technology**, Boise, v.6, n.3, p.1-8, 1981.

TÁVORA, F. J. A. F.; SILVA, C. S. A.; BLEICHER, E. Sistemas de consórcio do milho, sorgo e feijão-caupi em séries de substituição. **Revista Brasileira de Agrocência**, v.13, n.3, p.311-317, 2007.

TOLEDO, F.F.; PEDREIRA, A.A.S. Quantidade de solução de nitrato de potássio e germinação de sementes de capim colonião. **Revista Brasileira de Sementes**, Curitiba, v.6, n.1, p.61-70, 1984.

VALE, Ana Moreira. **Descobrimo e construindo Tauá**: conhecimentos de geografia e história. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1999, 120p.

VANDERMEER, JH. 1989. **The ecology of intercropping**. New York: Cambridge University Press. 237p.

VIEIRA, C. **O feijão em cultivos consorciados**. Viçosa: UFV, 1989. 134 p.

WEINREB, L., CHERYL, W., JENNIFER, P., RICHARD, S., DAVID, H., LINDA, S. AND CRAIG, G., 2002. Hunger: its impact on children's health and mental health. **Pediatrics** 110 4, p. 41.

YILMAZ, S.; ATAK, M.; ERAYMAN, M. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the East Mediterranean Region. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 16, p. 217 - 228, 2007.

4 CONCLUSÃO

A manutenção e melhora das propriedades químicas dos solos com manejo agroecológico em consórcio evidencia a sustentabilidade desses sistemas.

Diante dos dados obtidos com o experimento dos consórcios e observações feitas por agricultores pode-se considerar o consórcio do algodão com o feijão e milho vantajoso. Caso o agricultor deseje uma maior produção de algodão e feijão, deverá utilizar o arranjo N, se optar por uma maior produção do algodão e do milho, o arranjo H foi considerado o mais vantajoso para as produções de ambas culturas. Essa escolha deverá considerar as variações de preços do milho e do feijão e deve-se observar a época de plantio, de modo a se evitar déficit hídrico nos períodos críticos dessas culturas.

Deve-se utilizar uma população total de plantas em consórcio, em todos os arranjos utilizados nessa pesquisa, maior do que população individual recomendada para as culturas em cultivo solteiro.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M.I; MAIA, S.M.F; XAVIER, F.A.S; MENDONÇA, E.S; ARAÚJO-FILHO, J.A; OLIVEIRA, T.S. Sediment, nutrient and water losses by water erosion under agroforestry systems in the semi-arid region in northeastern Brazil. **Agroforestry Systems**, São Paulo, v. 79, p.277-289, 2010.
- ALMEIDA, P.; CORDEIRO, A. **Semente da paixão**: estratégia comunitária de conservação de variedades locais no semi-árido. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002, 72p.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3ed. Ver. Ampl. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão popular, AS-PTA, 2012, 400p.
- ALVES, H. C. R.; AMARAL, R. F. Produção, área colhida e produtividade do milho no nordeste. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2011. 9p. **Informe Rural Etene**, 16.
- ALVES, J. J. A. Geoecologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro. CLIMEP: **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, 2007. v.2, n.1, p 58 -71.
- ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. Degradação da Caatinga: uma avaliação ecogeográfica. **Caminhos da Geografia**. (UFU. On-line), 2008. V.9 p. 143-155.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; MELO, F. de B.; MASCHIO, R.; RIBEIRO, V. Q.; MORAIS, E. L. da C. Índice de satisfação da necessidade de água da mamoneira em monocultivo e consorciada com feijão-caupi. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA**, 3. 2002.
- ARAÚJO FILHO, J. A. de.; Manejo pastoril sustentável da caatinga. Recife, PE: **Projeto Dom Helder Camara**, 2013. 200p.:il.
- ARAÚJO, A. C.; BELTRAO, N. E. de M. ; BRUNO, G. B.; MORAIS, M. S. Cultivares, épocas de plantio e componentes da produção no consórcio de algodão e amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 357/2-363, 2006.
- ARAÚJO-JUNIOR, C. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; DIAS JUNIOR, M. S.; ALCÂNTARA, E. N. & MENDES, A. D. R. Alterações nos atributos químicos de um Latossolo pelo manejo de plantas invasoras em cafeeiros. **R. Bras. Ci. Solo**, 35:2207-2217, 2011.
- ASSIS, Renato Linhares de & ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Agroecologia e agricultura familiar na região centro-sul do estado do Paraná. **Rev. Econ. Sociol. Rural** [online]. 2005, vol.43, n.1 pp.155-177.
- AZEVEDO, D. M. P.; NÓBREGA, L. B.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Manejo cultural. In: **O agronegócio da mamona no Brasil**. AZEVEDO, D. M. e LIMA, E.F. (Ed.). EMBRAPA algodão (Campina Grande – Paraíba) – Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. p. 121-160.

AZEVEDO, D. M. P.; SANTOS, J. W.; DIAS, J. M.; JERÔNIMO, J. F. Efeitos da densidade de plantio na produção e nas características da fibra de genótipos de algodoeiro herbáceo, no Sudoeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 7, n. 1, p. 665-672, 2003.

AZEVEDO, D.M.P. de; BELTRAO, N.E. de M.; VIEIRA, D.J., NÓBREGA, L.B. da. **Estudo sobre o consórcio algodoeiro arbóreo precoce/ milho com particular ênfase a população de plantas**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1997. (Embrapa-CNPA. Comunicado Técnico).

AZEVEDO, D.M.P. de; VIEIRA, D.J.; BELTRAO, N.E. de M.; NÓBREGA, L.B. da. **Estudo sobre o consórcio algodoeiro arbóreo precoce x feijão vigna com ênfase a população de plantas**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1997(Embrapa-CNPA. Comunicado Técnico, 51).

AZEVEDO, D.M.P. et al Consórcio algodão-feijão vigna. I. Efeito de modalidades de arranjos de fileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.7, p.813-822, 1993.

BEDNARZ, C. W.; SHURLEY, W. D.; ANTHONY, W. S; NICHOLS, R. L. Yield, quality, and profitability of cotton produced at varying plant densities. **Agronomy Journal**, v. 97, p. 235-240, 2005.

BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Empresa de Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 78p

BELTRÃO, N.E. de M. et al. Nova modalidade de consórcio para o Nordeste do Brasil, envolvendo algodoeiro herbáceo e o feijão caupi. Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1984. 10p.(EMBRAPA - CNPA, **Comunicado Técnico**, 25).

BEZERRA NETO, F.; ROBICHAUX, R. H. Spatial arrangement and density effects on na annual cotton/cowpea/maize intercrop. I. Agronomic efficiency. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.31, n.10, p.729-741, 1996.

BEZERRA, A. P. A.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A. F.; VIDAL NETO, F. C. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, p.104- 108, 2007.

BIUDES, F. **Tecnologias de informação e novos usos do território brasileiro: uma análise a partir do zoneamento agrícola de riscos climáticos para a soja**. 2005. 174p. Dissertação de Mestrado. Campinas. UNICAMP.

BRADY, N. C. & WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Tradução técnica: Igo Fernando Lepsch. Dados eletrônicos. Porto Alegre: Bookman, 2013.

CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa 1999. 360p.

CLARK, M.S.; HORWATH, W.R.; SHENNAN, C. & SCOW, K.M. Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 5, p. 662-667, 1998.

COELHO, A. M. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. In: CURI, N.; MARQUES, J. J. G. S. M.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; VENEGAS, V. H. A. Tópicos em ciência do solo. ViçosaMG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2005. 60 p. V. 1. N. 1.

COLEMAN, D. C.; CROSSLEY, D. A. **Fundamental of soil ecology**. London: Academic Press, 1996. 205p.

CONAB, Série histórica de grãos – Safra 1976/77 a 2016/1017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252>>. Acesso em 15 de junho de 2017.

COSTA, A. S. V. da; SILVA, M. B. da. Sistemas de consórcio milho-feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 663-667, 2008.

COSTA, J. G.; MARINHO, J. T. S. Efeito de diferentes arranjos no consórcio milho-feijão e milho-caupi no Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 3, p. 363-368, 2000.

CRUSCIOL, C. A. C. et al. An innovative crop-forage intercrop system: early cycle soybean cultivars and palisadegrass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 104, n. 4, p. 1085-1095, 2012.

DANTAS, J. D.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ASSIS, C. P. Qualidade de solo sob diferentes usos e manejo no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 16, n. 1, p. 18-26, 2012.

DAVIDSON, F. A & ACKERMAN, I.I. Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. **Biogeochemistry**, 20:161-193, 1993.

DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, p. 272-274, 1960.

DETWILLER, R.P. Land use change and the global carbon cycle: the role of tropical soils. **Biogeochemistry**, 2:67-93, 1986.

ELLIOTT, E.T. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorous in native and cultivated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.50, p.627-633, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos e análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro,1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documento,1)

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; et al. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, p. 321-328, 2006.

- FARIA, M. V. C. M. & PEREIRA, J. A. A rede de economia solidária do algodão agroecológico: desenvolvimento humano, sustentabilidade e cooperação entre os produtores rurais do estado do Ceará. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 14, n. 3, p. 395-408, 2012.
- FASSBENDER, H.W. **Química de solos**. Turrialba, IICA, 1975. 398p.
- FERREIRA, V. M. **Definição de parâmetros para estimativa de risco climático no consórcio milho x feijão-caupi**. 2007. 95 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- FINATTO, R. A.; SALAMONI, G. Agricultura familiar e agroecologia: Perfil da produção de base agroecológica do município de Pelotas/RS. **Sociedade e Natureza**, v.20, p.199-217, 2008.
- FRAGA, V.S. **Mudanças na matéria orgânica (C, N e P) de solos sob agricultura de subsistência**. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2002. 72p. (Tese de Doutorado).
- FRANCHINI, J.C.; GONZALEZ-VILA, F.J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M. & PAVAN, M.A. Rapid transformations of plant water-soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisol. **Plant Soil**, 231:5563, 2001.
- FRANCHINI, J.C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. & MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. **Pesq. Agropec. Bras.**, 34:2267-2276, 1999.
- FRAZÃO, L. A.; PÍCCOLO, M. C.; FEIG, B. J.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 43, n. 5, p. 641-648, 2008.
- FREITAS, L.; CASAGRANDE, J. C.; DESUÓ, I. C. Atributos químicos e físicos de solo cultivado com cana-de-açúcar próximo a fragmento florestal nativo. **Holos Environment**, v.11, n.2, p.11:137-147, 2011.
- GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Universidade, UFRGS, 2000. 653p.
- GOMES, J. B. V. et al. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 137-154, 2004.
- GUIMARÃES, D. V.; GONZAGA, M. I. S. & MELO NETO, J. O. Management of soil organic matter and carbon storage in tropical fruits crops. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n.3, p.301-306, 2014.
- HAMD ALLA, W. A.; SHALABY, E. M.; DAWOOD, R. A.; ZOHRY, A. A. Effect of Cowpea (*Vigna sinensis* L.) with Maize (*Zea mays* L.) Intercropping on Yield and Its Components. **International Journal of Biological Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering**, v. 8, n. 11, p. 1240 - 1246, 2014.

HOLLIDAY, O.J. **Para sistematizar experiências**. tradução de: Maria Viviana V. Resende. 2. ed. Brasília: MMA, 2006. 128 p.

KASELE, I.N.; NYIRENDA, F.; SHANAHAN, F.J. et al. Ethephon alters corn growth, water use, and grain yield under drought stress. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, p.283288, 1994.

KHAN, M.B.; AKHTAR, M.; KHALIQ, A. Some competition functions and economics of different cotton based intercropping systems. **International Journal of Agriculture and Biology**. v.3 n.4, p.428-431, 2001.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: **Agronômica Ceres**, 1985. 492p.

KOGEL-KNABNER, I. The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. **Soil Biol. Biochem** 34:139-162 2002.

LEGWAILA, G. M.; MAROKAN, T. K.; MOJEREMANE, W. Effects of Intercropping on the Performance of Maize and Cowpeas in Botswana. **International Journal of Agriculture and Forestry**. v. 2, p. 307 - 310, 2012.

LIMA, P. J. B. F.; OLIVEIRA, T. S.; ARAÚJO, L. H. A. P& D de propostas agroecológicas para o algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), com agricultores familiares do semi-árido cearense - resultados preliminares. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO**, 1997, Fortaleza-CE Algodão Irrigado: anais... Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. p. 8-11.

LIRA, R. B. de.; DIAS, N. S.; ALVES, S. M. C.; BRITO, R. F. de.; SOUSA NETO, O. N. de. Efeitos dos sistemas de cultivo e manejo da caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola em Apodi, RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 18-24, jul-set., 2012.

LORANGER, G ; PONGE, J.F.; IMBERT, D.& LAVELLE, P. Leaf decomposition in two semievergreen tropical forests: influence of litter quality Biol. **Fert. Soils** 35:247-252. 2002.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p. 68-75, 2009.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINI, A. S.; NUNES, C. M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 41, n. 1, p. 20-28, 2011.

MACIEL, A. D. et al. Comportamento do feijoeiro em cultivo consorciado com milho em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 273-278, 2004.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 4a edição. São Paulo SP, Editora Agronomia Ceres, 1979. 255 p.

MENDONÇA, E.S. & MATOS, E.S. Matéria orgânica do solo: **Métodos de análises**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107p.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GIONGO, V.; PÉREZ-MARIN, A. M. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, v.72, p.643-653, 2012.

MORIZET, J.; TOGOLA, D. Effect et arrière-effect de la sécheresse sur la croissance de plusieurs génotypes de maïs. In: **CONFERENCE INTERNATIONALE DES IRRIGATIONS ET DU DRAINAGE**, 1984, Versailles. Les besoins en eau des cultures. Paris : INRA, 1984. p.351-360.

OADES, J.M. Soil organic-matter and structural stability – mechanisms and implications for management. **Plant Soil**, v.76, p.319-337, 1984.

OLIVEIRA, F. F. & SALCEDO, I. H. Diagnóstico de fertilidade do solo das áreas cultivadas com batatinha (*Solanum tuberosum*) no Município de Esperança, PB. In: **FERTILIDADE DO SOLO E PRODUÇÃO DE BIOMASSA NO SEMIÁRIDO** [MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S.; SALCEDO, I. H], Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2008.

OLIVEIRA, I. P. de; CARVALHO, A.M. de. A cultura do caupi nas condições de clima e de solo dos trópicos úmido e semi-árido do Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P. de (Org). **O caupi no Brasil**. IITA/ EMBRAPA. Brasília, DF. 1988. 722p.

OTUTUMI, A.T.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S.; LIMA, P.J.B.F. Qualidade do Solo em Sistemas de Cultivo Agroecológicos no Município de Tauá – CE. In: OLIVEIRA, T. S. (coord.) **Solo e Água: aspectos de uso e manejo com ênfase no semi-árido nordestino**. Fortaleza, Departamento de Ciências do Solo, UFC, 2004. p.1-30.

PADUA, J., PADOVAN, D., GARCEZ, A., NASCIMENTO, J., & PADOVAN, Produção de alimentos sob bases agroecológicas pela agricultura familiar em Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul. **Cadernos De Agroecologia**, 8(2) M. (2013).

PASCHOLATI, S. F.; WULFF, N. A. Doenças do gergelim (*Cindissem*). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J. A. M; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.379-384.

PAVINATO, P.C. & ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:911- 920, 2008. PAVINATO, P.S. Dinâmica do fósforo no solo em função do manejo e da presença de resíduos em superfície. Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2007. 145p. (Tese de Doutorado).

PEREIRA, R.P.; BELTRÃO, N. E.M; ARRIEL, H.C. A. ; SILVA, E.S.B. Adubação orgânica do gergelim no Seridó Paraibano. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.6, n.3, p.599-608, 2002.

PERIN, A.; CRUVINEL, J.D.; SILVA, W.J. Desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n.1, p.93-98, 2010.

PRIMAVESI, A. **Pergunte ao solo e as raízes**: uma análise do solo tropical e mais de 70 casos resolvidos pela agroecologia/ Ana Primavesi. -1. Ed. – São Paulo: Nobel, 2014. 288p.:il.;23cm. ISBN 9788521318378.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O.; GARRIDO, M. S.; CABRAL, P. K. T. Contribuição da adubação orgânica na absorção de nutrientes e na produtividade de milho no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.81-88, 2012.

REIS, E. **Estatística Multivariada Aplicada**. Lisboa: Edições Silabo, 1997. 343p.

REIS, W. P.; RAMALHO, M. A. P.; CRUZ, J. C. Arranjos e populações do feijoeiro na consorciação com o milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.5, p.575-584, 1985.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa - MG: UFV, p. 25-32, 1999.

RIVA, F. R. **Cadeia-Rede do Algodão Agroecológico Justa Trama: Características e Ações Empreendedoras**. Fundação Universidade Federal de Rondônia, 2011. Dissertação (Mestrado em Administração). Porto Velho: UNIR, 2011, 83p.

ROSOLEM, C. A. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Algodão no cerrado do Brasil**. ABRAPA. Brasília. 2007. 918p.

SALCEDO, I. H. Fertilidade do solo e agricultura de subsistência: desafios para o semiárido nordestino. In: **Fertbio 2004, Soc. Bras. Ci. Solo**, Lajes, SC, CD-ROM, 2004.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H. & SILVA, F.B.R. Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. In: **Fertilizantes: Insumos básicos para a agricultura e combate à fome**. [PEREIRA, J.R. & FARIA, C.M.B], Petrolina. Embrapa, 1995. p.51-71.

SANTI, A.L; AMADO, TJC; CHERUBIN, M.R; MARTIN, T.N; PIRES, J.L; DELLA FLORA L.P; BASSO, C.J. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesq Agropec Bras**. 2012;47:1346-57.

SANTOS, M. A.; BATISTA, P. S. C.; LOPES, M. F.; SILVA, M. G. de M.; BERTO, A. L. F.; Desempenho agrônômico de milho consorciado com feijão de corda em diferentes populações e arranjos de plantas no semiárido mineiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 3, p. 201-208, julho-setembro, 2016.

SILVA, A. S.; LIMA, J. S. S.; XAVIER, A. C.; TEIXEIRA, M. M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-amarelo húmico cultivado com café. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 34, n. 1, p. 15-22, 2010.

SILVA, A. S.; SILVA, I. F.; FERREIRA, L.E.; BORCHARTT, L.; SOUZA, M.A.; PEREIRA, W.E. Propriedades físicas e químicas em diferentes usos do solo no brejo paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 1064-1072, 2013.

SILVA, A. V.; MIGLIORANZA, É. SEJIYAMAOKA, R.; MARUR, C. J.; ALMEIDA, W. P. de. Efeito dos espaçamentos super adensado, adensado e convencional e densidades de semeadura na linha sobre as características agronômicas do algodoeiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO**, 3., 2001, Campo Grande. Anais... Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2001a. p. 644-646.

SILVA, F.P. da. et al. Produtividade do algodão herbáceo influenciada pelos consórcios com caupi, sorgo, gergelim e milho. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.21, n.1/2. p.65-74, 1990.
SILVA, G. S.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, M. N. B.; NASCIMENTO, B. L. M.; BEZERRA, M. A. F.; COSTA, J. S.; ARAÚJO, L. M. Crescimento e Produção de Cultivares de Algodão Herbáceo Consorciados no Cariri Cearense. **ACSA - AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, V. 9, n. 3, p. 104 - 109, jul - set, 2013.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; ALVES, R. N.; PRIMO, D. C.; SILVA, G. B. M. S. Produtividade de grãos e frações nitrogenadas do milho submetido a manejo de adubos orgânicos na região semiárida. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.17351744, 2011.
SPOSITO, G ; Surface reactions in natural aqueous colloidal systems. **Chimia**, 43:169-176, 1989.

SUGESTÕES DE ADUBAÇÃO PARA O ESTADO DA PARAÍBA-1ª APROXIMAÇÃO. EMATER-PB. João Pessoa-PB. 1979. 105p.

SUMMERFIELD, R. J.; PATE, J. S.; ROBERTS, E. H.; WIEN, H. C. The physiology of cowpea. In: SINGH, S. R. & RACHIE, K. O., Eds. **Cowpea research, production and utilization**. Chichester, John Wiley, 1985. P.66-101.

TAO, K.J. Physiological rupture of soybean hypocotyls in germination and vigor tests. **Journal of Seed Technology**, Boise, v.6, n.3, p.1-8, 1981.

TÁVORA, F. J. A. F.; SILVA, C. S. A.; BLEICHER, E. Sistemas de consórcio do milho, sorgo e feijão-caupi em séries de substituição. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.3, p.311-317, 2007.

TIESSEN, H.; SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Nutrient and soil organic matter dynamics under shifting cultivation in Semi-Arid Northeastern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.38, p.139-151, 1992.

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, v.33, p.141-163, 1982.

TOLEDO, F.F.; PEDREIRA, A.A.S. Quantidade de solução de nitrato de potássio e germinação de sementes de capim colônia. **Revista Brasileira de Sementes**, Curitiba, v.6, n.1, p.61-70, 1984.

TOMÈ Jr., J. B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo**. Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba, RS, 1997. 247p.

TUBALDINI, M. A. S. et al. Sistemas agroecológicos na agricultura familiar e suas influências no passivo florestal nas Micro Regiões de Alvorada do Oeste, Ariquemes e JiParaná em Rondônia. In: **Anais do V Simpósio Internacional Agrária – Espaços Diálogos Comunicação e Coordenação**. Niterói, 2009, p. 1-23.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 1993. p.138-139.

VALE, Ana Moreira. **Descobrimo e construindo Tauá**: conhecimentos de geografia e história. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1999, 120p.

VANDERMEER, JH. 1989. **The ecology of intercropping**. New York: Cambridge University Press. 237p.

VELASCO, I. Improving the sodic soils of Spain. **Sulfur Agriculture**. 1981.

VIEIRA, C. **O feijão em cultivos consorciados**. Viçosa: UFV, 1989. 134 p.

WEINREB, L., CHERYL, W., JENNIFER, P., RICHARD, S., DAVID, H., LINDA, S. AND CRAIG, G., 2002. Hunger: its impact on children's health and mental health. **Pediatrics** 110 4, p. 41.

YILMAZ, S.; ATAK, M.; ERAYMAN, M. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the East Mediterranean Region. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 16, p. 217 - 228, 2007.

ANEXO A – MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela 1. Atributos químicos do solo das áreas sob consórcio agroecológico (AC) e vegetação natural (AVN) nos quatro municípios pesquisados, na profundidade de 0-5cm.

Agricultores	Classes de uso do solo	Atributos químicos										
		M.O ^(c) dag.kg ⁻¹	pH ^(a) em H ₂ O	P ^(c) mg.dm ⁻³	K ^{+(a)}	Ca ^{2+(b)}	Mg ^{2+(b)}	H+Al ^(d)	SB ^(e)	t ^(d)	V ^(e)	PST ^(f)
								cmolc.dm ⁻³			%	
1	CA	1,95b	6,74a	14,60a	0,47a	7,55a	1,89a	0,95b	9,97a	10,92a	91,18a	0,61b
	AVN	2,34a	6,06b	5,47b	0,20b	4,85b	1,84a	1,82a	6,97b	8,79b	79,20b	1,17a
2	CA	1,34b	6,28a	4,35a	0,24a	2,94b	0,60b	0,87b	3,80b	4,68b	81,15a	0,45a
	AVN	2,52a	5,76b	2,62b	0,23a	4,31a	0,89a	3,10a	5,48a	8,57a	63,61b	0,46a
3	CA	1,96b	6,07a	16,7a	0,26a	4,47a	1,80a	2,00a	6,59a	8,60a	76,66a	0,58a
	AVN	3,43a	6,36a	5,37b	0,30a	3,94a	1,38b	1,80a	5,65a	7,50a	76,11a	0,35a
4	CA	2,17b	6,10a	15,5a	0,64a	3,43a	1,70a	2,00b	5,84a	7,86a	75,00a	0,63a
	AVN	2,95a	5,33b	8,72b	0,33b	3,19a	1,43a	5,00a	4,98a	10,0a	50,06b	0,37b
5	CA	1,46b	6,21a	5,27a	0,28a	3,12b	0,63b	1,42b	4,07b	5,49b	74,01a	0,62a
	AVN	2,33a	5,91a	5,25a	0,30a	3,62a	1,00a	2,80a	4,93a	7,72a	63,92,a	0,27b
6	CA	2,29a	6,77b	47,00b	0,30a	6,95a	2,62a	2,37a	9,90a	12,28a	80,67a	0,49b
	AVN	2,00a	7,10a	65,33a	0,31a	6,20a	2,58a	1,32b	9,35a	10,68b	87,59a	2,00a
7	CA	1,55b	6,00a	2,35b	0,33a	2,30a	1,93a	3,75a	4,61a	8,36a	55,10a	0,50b
	AVN	1,92a	5,90a	7,02a	0,21a	2,57a	2,26a	3,65a	5,15a	8,80a	59,03a	1,18a
8	CA	1,45b	5,37b	2,35b	0,22b	1,19b	0,42b	4,90a	1,86b	6,75b	27,71b	0,32a
	AVN	2,50a	5,70a	5,17a	0,33a	2,56a	1,27a	5,40a	4,18a	9,58a	43,93a	0,27a
9	CA	1,72b	6,26a	15,10a	0,49a	4,30a	0,85a	3,30a	5,66a	8,96a	61,34a	0,40a
	AVN	2,85a	6,01a	6,52b	0,41a	3,20b	0,92a	2,80a	4,55b	7,42a	61,78a	0,15a
10	CA	1,38b	6,57a	4,15a	0,66a	8,07a	1,12a	1,62b	9,88a	11,50a	85,63a	0,25a
	AVN	2,67a	6,27a	2,27b	0,41b	3,82b	0,80b	3,00a	5,04b	8,00b	62,75b	0,27a
11	CA	1,04b	6,15a	1,75a	0,17a	2,77a	0,72a	1,67a	3,68a	5,43a	68,50a	0,19a
	AVN	2,16a	6,53a	1,87a	0,16a	2,30a	0,68a	2,37	3,15a	5,45a	58,80a	0,22a
12	CA	1,32b	6,00b	1,20b	0,17a	2,52a	1,38a	2,90a	4,11a	6,00a	68,38a	0,71a
	AVN	2,18a	6,53a	2,12a	0,14a	2,27a	0,68a	2,30a	3,11b	5,41a	58,48a	0,22a

13	CA	1,27b	6,74a	8,12a	0,45a	6,40a	1,50b	3,07a	8,48a	11,56a	72,56a	0,97b
	AVN	4,32a	5,90b	2,42b	0,16b	5,70a	2,00a	2,00b	8,11a	10,11a	80,29a	2,70a
14	CA	2,11b	7,33a	8,42a	0,26b	7,64a	2,12a	1,42a	10,15a	11,58a	87,57a	1,11a
	AVN	2,58a	6,77b	7,28a	0,43a	5,03a	1,35b	1,35a	6,88b	8,23b	83,19a	0,71a
15	CA	1,38b	7,17a	24,87a	0,65a	6,10a	1,70a	0,65b	8,53a	9,18a	92,76a	0,73a
	AVN	6,97a	6,50a	21,02b	0,51a	4,90a	1,37b	1,45a	6,83a	8,27a	82,32a	0,81a
16	CA	1,07b	6,40a	7,62a	0,51a	2,34a	0,65a	1,20b	3,54a	4,74b	74,63a	0,52a
	AVN	1,58a	6,27a	7,25a	0,42a	2,86a	0,79a	2,02a	4,11a	6,14a	67,08a	0,64a
17	CA	1,37a	5,95b	14,15a	0,53a	3,72a	1,43a	1,65a	5,79a	7,41a	77,99a	1,34a
	AVN	1,48a	6,64a	7,45b	0,35a	3,57a	1,10b	0,72b	5,04a	5,76b	87,23a	0,56b
18	CA	2,63a	6,70a	9,60a	0,45a	2,93a	0,58a	1,17b	4,00a	5,17a	76,86a	0,67a
	AVN	1,14b	5,80b	2,65b	0,31b	1,72b	0,66a	1,97a	2,75a	4,71a	58,00b	0,80a
19	CA	5,88a	7,45a	16,07a	0,32a	4,69a	0,74a	0,52b	5,76a	6,28a	91,66a	0,28a
	AVN	4,00b	6,47b	5,72b	0,27a	3,10b	0,60a	1,32a	4,00b	5,31a	75,00b	0,38a
20	CA	1,44a	7,07a	16,12a	0,45a	7,72a	1,33b	0,70b	9,58a	10,28a	93,04a	0,72a
	AVN	0,73b	6,64b	8,17b	0,51a	4,50b	2,12a	1,22a	7,19b	8,41a	85,44b	0,68a
21	CA	2,29b	7,19a	17,22a	0,41a	4,51a	0,58b	0,65b	5,53a	6,17a	89,46a	0,27a
	AVN	2,81a	6,70a	12,02b	0,33a	2,85b	0,76a	1,12a	3,96b	5,09a	77,79b	0,62a
22	CA	1,31b	6,55a	1,07a	0,16b	3,30a	2,58b	2,37a	6,15b	8,53a	71,88b	1,48a
	AVN	2,35a	6,70a	2,07a	0,26a	4,54a	3,73a	1,85a	8,66a	10,51a	82,45a	1,19a
23	CA	1,97b	6,75a	9,75a	0,60a	3,00a	0,65b	0,50a	4,28b	4,78b	89,12a	0,51a
	AVN	2,67a	7,08a	3,10b	0,37b	4,50a	3,37a	1,00a	8,26a	9,31a	91,65a	0,23a
24	CA	1,32b	6,50a	16,20a	0,49a	2,74a	0,47a	0,25b	3,72a	3,98a	93,48a	0,41a
	AVN	2,20a	6,62a	4,30b	0,35b	2,62a	0,67a	1,10a	3,68a	4,78a	77,28b	0,57a

a: Recomendações de Adubação e Calagem Para o Estado do Ceará (1993); b: Tomé Jr.(1997); c: Sugestões de adubação para o estado da Paraíba-1ª aproximação (1979); d: CFSEMG (1999); e: Ribeiro et al. (1999); f: Velasco (1981). Classes de interpretação:

Muito Baixo:  Baixo:  Médio:  Alto:  Bom:  Muito bom:  Muito alto: 

Tabela 2. Atributos químicos do solo das áreas sob consórcio agroecológico (AC) e vegetação natural (AVN) nos quatro municípios pesquisados, na profundidade de 5-10cm.

Agricultores	Classes de uso do solo	Atributos químicos										
		M.O ^(c) dag.kg ⁻¹	pH ^(a) em H ₂ O	P ^(c) mg.dm ⁻³	K ^{+(a)}	Ca ^{2+(b)}	Mg ^{2+(b)}	H+Al ^(d)	SB ^(e)	t ^(d)	V ^(e)	PST ^(f)
							cmol _c .dm ⁻³				%	
1	CA	1,67b	6,74a	13,90a	0,30a	6,42a	1,92a	0,77b	8,70a	9,48a	91,43a	0,57a
	AVN	2,65a	5,90b	2,60b	0,12b	4,77b	1,89a	1,90a	6,89b	8,79a	78,14b	1,21a
2	CA	1,11b	6,13a	1,90a	0,16a	2,69a	0,51a	1,05b	3,38a	4,43b	76,25a	0,45a
	AVN	1,71a	5,72a	1,35a	0,13a	2,91a	0,62a	2,70a	3,69a	6,39a	57,45b	0,50a
3	CA	3,20a	6,12a	12,52a	0,15a	4,14a	1,80a	1,95a	6,13a	8,09a	75,88a	0,83a
	AVN	1,98b	6,22a	3,35b	0,21a	4,25a	1,40b	2,15a	5,90a	8,06a	73,35a	0,45a
4	CA	1,73b	6,10a	11,32a	0,46a	4,18a	1,76a	2,00b	6,53a	8,53a	76,67a	1,42a
	AVN	3,93a	5,31b	5,47b	0,18b	2,29b	1,46a	3,85a	3,99b	7,84a	51,24b	0,81b
5	CA	2,61a	6,44a	5,17a	0,22a	2,90a	0,58a	1,40b	3,73a	5,13a	72,53a	0,44a
	AVN	1,56b	5,90b	4,42a	0,24a	2,50a	0,76a	2,32a	3,53a	5,85a	60,33b	0,37a
6	CA	1,33b	6,32b	44,32b	0,19b	6,64a	2,63a	1,92a	9,56a	11,49a	83,16a	0,89a
	AVN	2,08a	7,19a	58,45a	0,34a	6,50a	2,78a	1,67a	9,74a	11,41a	85,29a	1,00a
7	CA	1,22b	6,01a	3,32a	0,25a	1,91a	2,16a	3,72a	4,37a	8,10a	54,00a	0,62a
	AVN	1,62a	5,78a	4,00a	0,17a	1,75a	2,74a	4,20a	4,79a	8,99a	53,00a	1,26a
8	CA	1,30b	5,32a	1,95b	0,17a	0,87b	0,32b	4,00b	1,37b	5,37b	25,63b	0,18a
	AVN	1,84a	6,04a	3,65a	0,20a	1,87a	0,80a	5,17a	2,90a	8,07a	36,35a	0,33a
9	CA	1,15b	6,42a	7,75a	0,38a	2,47a	0,58a	1,75a	3,46a	5,21a	66,37a	0,57a
	AVN	2,55a	6,14a	6,32a	0,29a	2,11a	0,78a	2,25a	3,20a	5,45a	59,51a	0,20a
10	CA	1,18b	6,34a	0,92b	0,47a	6,69a	1,03a	2,50a	8,20a	10,70a	76,33a	0,12a
	AVN	1,73a	6,20a	3,80a	0,40a	2,83b	0,69b	2,50a	3,95b	6,45b	61,00b	0,23a
11	CA	1,76a	6,00a	4,65a	0,25a	3,05a	0,91a	1,45b	4,23a	5,68a	74,70a	0,18a
	AVN	1,95a	6,60a	4,57a	0,16b	2,71a	0,84a	2,37a	3,73a	6,10a	61,86b	0,20a
12	CA	2,20a	6,14a	14,87a	0,53a	4,33a	1,43a	1,27b	6,35a	7,62a	83,10a	0,66a
	AVN	1,19a	6,60a	3,82b	0,16b	2,33b	0,90b	1,87a	3,41b	5,28b	64,50b	0,23b
13	CA	1,73b	6,72a	3,57b	0,33a	3,99b	1,23b	3,65a	5,65b	9,30b	60,56b	1,08a
	AVN	2,92a	5,70b	18,66a	0,55a	8,91a	2,21a	1,30b	11,78a	13,08a	90,22a	0,85a
14	CA	2,68a	7,13a	7,65b	0,32b	5,88a	1,59a	1,45a	7,85a	9,31a	84,26a	0,52a

	AVN	2,93a	6,56b	14,86a	0,60a	5,05a	1,44a	1,62a	7,14a	8,77a	81,36a	0,69a
15	CA	7,08b	7,02a	13,30a	0,36a	5,90a	2,00a	0,72b	8,33a	9,05a	91,80a	0,75a
	AVN	8,32a	6,28b	7,17b	0,41a	4,33b	1,53b	1,67a	6,33b	8,00a	79,28b	0,64a
16	CA	1,62b	6,22a	3,20a	0,38a	2,41a	0,58a	1,15b	3,40a	4,55a	74,75a	0,75a
	AVN	4,12a	6,06a	2,77a	0,28a	1,96a	0,50a	1,90a	2,77a	4,67a	59,10b	0,44a
17	CA	1,50a	6,16a	7,60a	0,36a	3,89a	1,60a	2,07a	6,04a	8,11a	74,46a	1,50a
	AVN	1,11b	6,53a	2,05b	0,21a	2,81a	1,25b	0,87b	4,32b	5,19b	83,04a	1,11b
18	CA	1,66a	5,86a	4,67a	0,35a	1,95a	0,44a	1,67b	2,78a	4,46a	62,93a	1,66a
	AVN	1,70a	5,32a	1,62b	0,25a	1,00b	0,45a	2,47a	1,74b	4,22a	41,46b	1,70a
19	CA	6,91a	7,18a	4,82a	0,35a	3,47a	0,76a	0,75a	4,60a	5,35a	86,12a	7,00a
	AVN	6,71a	6,37b	1,92b	0,19b	2,12b	0,40b	1,17a	2,75b	3,9b2	69,90b	6,70a
20	CA	2,83a	7,11a	10,87a	0,38a	7,58a	1,03b	0,80a	9,07b	9,87b	91,86a	2,86a
	AVN	2,76a	6,88a	1,95b	0,27a	8,04a	3,19a	0,95a	11,57a	12,52a	92,43a	2,74a
21	CA	2,32a	6,57a	5,12b	0,31a	2,93a	0,59a	1,07a	3,85a	4,92a	78,17a	2,32a
	AVN	1,70b	6,50a	8,45a	0,28a	2,53a	0,68a	1,02a	3,52a	4,55a	77,41a	1,70a
22	CA	1,20b	6,54a	1,90a	0,22b	3,12a	2,95a	2,03a	6,37a	8,39a	76,01a	1,20a
	AVN	1,70a	6,50a	2,15a	0,33a	3,98a	2,92a	2,00a	7,29a	9,39a	78,60a	1,70a
23	CA	3,10a	7,13a	10,80a	0,60a	2,67b	0,74b	0,25a	4,02b	4,27b	94,07a	3,10a
	AVN	1,92b	6,76a	1,57b	0,35b	5,02a	4,00a	0,87a	9,41a	10,29a	91,40a	1,92b
24	CA	2,85a	6,76a	12,07a	0,45a	2,41a	0,46a	0,37b	3,35a	3,72b	90,00a	2,85a
	AVN	1,71b	6,32a	2,07b	0,38a	2,43a	0,63a	1,95a	3,45a	5,40a	65,15b	1,71b

a: Recomendações de Adubação e Calagem Para o Estado do Ceará (1993); b: Tomé Jr.(1997); c: Sugestões de adubação para o estado da Paraíba-1^a aproximação (1979); d: CFSEMG (1999); e: Ribeiro et al. (1999); f: Velasco (1981). Classes de interpretação:

Muito Baixo:  Baixo:  Médio:  Alto:  Bom:  Muito bom:  Muito alto: 

Tabela 3. Atributos químicos do solo das áreas sob consórcio agroecológico (AC) e vegetação natural (AVN) nos quatro municípios pesquisados, na profundidade de 10-30cm.

Agricultores	Classes de uso do solo	Atributos químicos										
		M.O ^(c) dag.kg ⁻¹	pH ^(a) em H ₂ O	P ^(c) mg.dm ⁻³	K ^{+(a)}	Ca ^{2+(b)}	Mg ^{2+(b)}	H+Al ^(d)	SB ^(e)	t ^(d)	V ^(e)	PST ^(f)
		cmolc.dm ⁻³								%		
1	CA	1,36b	6,46a	3,00a	0,15a	6,58a	2,00a	1,07b	8,79a	9,86a	88,98a	0,96b
	AVN	2,06a	5,90b	2,80a	0,08a	5,03b	1,90a	1,82a	7,20b	9,00a	79,37b	1,84a
2	CA	0,69b	6,20a	0,87a	0,11a	2,20a	0,60a	0,82b	2,94a	3,77a	78,32a	0,90a
	AVN	1,03a	5,87a	0,82a	0,11a	1,89a	0,74a	2,07a	2,80a	4,88a	56,84b	1,11a
3	CA	1,20a	6,03a	3,95a	0,10a	4,00a	1,80a	2,00a	5,97a	7,97a	74,88a	0,96a
	AVN	1,33a	6,24a	1,55b	0,11a	3,73a	1,46b	1,87a	5,37a	7,25a	74,16a	0,94a
4	CA	1,42b	6,58a	9,13a	0,24a	4,82a	3,06a	1,85b	8,42a	10,27a	82,08a	2,65a
	AVN	3,50a	5,73b	3,37b	0,11a	2,93a	1,86b	3,05a	5,12b	8,17b	62,67b	2,34a
5	CA	1,02b	6,42a	2,52a	0,15a	2,31a	0,61a	1,35b	3,12a	4,48a	69,90a	1,07a
	AVN	1,66a	5,88b	2,00a	0,20a	2,00a	0,72a	2,00a	2,95a	4,95a	59,84b	0,50b
6	CA	1,12b	5,51b	38,10b	0,17a	7,46a	2,90a	1,87a	10,61a	12,49a	85,12a	0,56b
	AVN	2,18a	7,12a	55,77a	0,21a	6,36b	2,91a	1,67a	9,73a	11,40b	85,36a	2,10a
7	CA	1,14a	5,90a	2,85a	0,17a	1,79b	3,38a	3,80a	5,41a	9,21a	58,88a	0,68b
	AVN	1,32a	6,25a	1,95a	0,06b	2,30a	3,25a	3,50a	6,00a	9,50a	63,24a	3,90a
8	CA	0,72b	5,32a	2,52a	0,13a	0,41b	0,69a	4,52a	1,26a	5,78b	21,69a	0,33a
	AVN	1,04a	5,44a	1,63a	0,11a	1,07a	0,73a	5,00a	1,93a	7,00a	27,58a	0,16a
9	CA	1,27a	6,29a	15,52a	0,30a	2,00a	0,63b	1,82a	2,94a	4,76a	61,64a	0,18b
	AVN	1,06a	6,10a	3,70b	0,27a	1,70a	0,86a	1,72a	2,93a	4,66a	62,75a	2,00a
10	CA	1,61a	6,12a	0,67a	0,40a	7,20a	1,08a	1,92a	8,70a	10,63a	81,95a	0,20a
	AVN	1,24a	5,81a	1,47a	0,38a	1,82b	0,52b	2,17a	2,75b	4,92b	55,42b	0,60a
11	CA	0,90a	5,75b	3,10a	0,25a	2,80a	0,82a	1,35b	3,87a	5,22a	74,16a	0,20a
	AVN	1,16a	6,35a	0,97b	0,11b	1,44b	0,46b	1,95a	2,02b	3,97b	51,08b	0,34a
12	CA	1,40a	6,75a	8,40a	0,39a	4,38a	1,31a	1,15b	6,15a	7,30a	84,29a	1,03a
	AVN	1,16a	6,35b	1,00b	0,11b	1,64b	1,46a	1,82a	2,22a	4,04b	54,59b	0,33b
13	CA	1,41a	6,90a	1,55b	0,17b	2,80b	1,24b	2,75a	4,51b	7,26b	62,12b	4,41a
	AVN	1,48a	5,90b	8,47a	0,34a	9,00a	2,40a	1,60b	11,83a	13,43a	88,12a	1,06b
14	CA	2,24a	6,85a	2,67b	0,23b	5,10b	1,51a	1,50a	6,92b	8,42b	82,18a	0,86a
	AVN	1,42a	6,34b	10,08a	0,50a	6,50a	1,65a	1,12a	8,75a	9,88a	88,46a	1,00a

15	CA	1,24a	6,49a	17,22a	0,41a	6,82a	3,00a	1,35b	10,44a	11,79a	88,27a	1,64a
	AVN	1,15a	6,15a	3,17b	0,30b	5,41b	1,71b	1,92a	7,58b	9,51b	79,08b	1,40a
16	CA	1,35a	6,59a	1,45a	0,27a	2,50a	0,52a	1,20b	3,32a	4,53a	73,64a	0,60a
	AVN	1,61a	5,49b	1,42a	0,21a	1,63b	0,54a	2,40a	2,42b	4,83a	50,41b	0,74a
17	CA	1,13a	5,83a	3,80a	0,35a	4,00a	1,90a	2,25a	6,70a	8,94a	74,97a	4,47a
	AVN	0,76b	6,32a	1,60b	0,17b	2,74b	1,36b	0,90b	4,35b	5,24b	82,85a	1,26b
18	CA	1,10a	5,09a	1,87a	0,27a	1,03a	0,40a	2,00b	1,74a	3,77a	46,45a	1,26a
	AVN	1,07a	5,12a	1,32a	0,20a	0,58b	0,43a	2,72a	1,25a	3,98a	31,54b	1,00a
19	CA	1,48a	6,66a	1,40a	0,21a	3,00a	0,57a	1,25a	3,78a	5,03a	75,09a	0,45b
	AVN	0,62b	6,14a	1,40a	0,14b	1,70b	0,38a	1,02a	2,26b	3,28b	68,82a	1,35a
20	CA	1,12a	6,87a	4,97a	0,15a	8,30a	2,76b	1,12a	11,42a	12,54a	91,05a	1,77a
	AVN	1,31a	6,85a	1,42b	0,19a	6,16b	3,64a	1,17a	10,11b	11,28b	89,48a	1,00a
21	CA	1,15a	6,38a	5,00b	0,28a	2,60a	0,62a	1,25a	3,48a	4,73a	73,56a	0,34a
	AVN	1,20a	6,46a	6,87a	0,26a	1,74b	0,44a	1,55a	2,49b	4,04a	62,38b	1,00a
22	CA	1,14a	6,70a	2,70a	0,27b	3,44a	2,26b	1,75a	6,00b	7,79b	77,44a	0,76a
	AVN	1,27a	6,74a	4,00a	0,40a	4,58a	3,01a	1,73a	8,04a	9,76a	82,46a	0,65a
23	CA	1,22b	7,00a	3,10b	0,42a	2,60b	0,89b	0,45b	3,95b	4,40b	90,81a	0,53a
	AVN	2,10a	6,70a	13,85a	0,19b	5,26a	4,51a	1,07a	10,03a	11,10a	90,33a	0,62a
24	CA	0,74b	6,80a	4,27a	0,34a	2,21a	0,41a	0,30b	2,98a	3,28b	91,35a	0,30a
	AVN	1,10a	6,10b	0,92b	0,29a	1,98a	0,72a	3,00a	3,07a	6,05a	50,97b	0,85a

a: Recomendações de Adubação e Calagem Para o Estado do Ceará (1993); b: Tomé Jr.(1997); c: Sugestões de adubação para o estado da Paraíba-1ª aproximação (1979); d: CFSEMG (1999); e: Ribeiro et al. (1999); f: Velasco (1981). Classes de interpretação:

Muito Baixo:  Baixo:  Médio:  Alto:  Bom:  Muito bom:  Muito alto: 